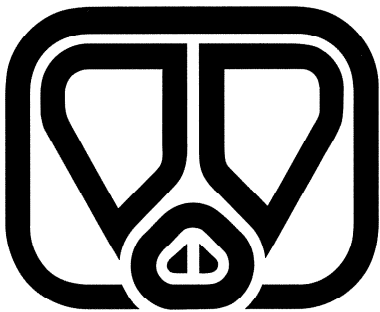


drs. E. Hartman
dr. ir. H.H.E. Oude Vrielink¹
ing. P.F.M.M. Roelofs

¹ IMAG

Fysieke belasting in de varkenshouderij bij verschillende werkmethoden

*Physical strain on
pig farmers when
applying different
working methods*



Praktijkonderzoek Varkenshouderij

Locatie:
Proefstation voor de
Varkenshouderij
Postbus 83
5240 AB Rosmalen
tel. 073 - 528 65 55

Proefverslag nummer P 1.238
maart 2000
ISSN 0922 - 8586

VOORWOORD

Het onderzoek 'fysieke belasting in de varkenshouderij bij verschillende werkmethoden' is tot stand gekomen in een samenwerkingsverband tussen het Praktijkonderzoek Varkenshouderij en de afdeling Arbeid van het IMAG. Het is uitgevoerd in opdracht van LTO-Nederland en gefinancierd door Interpolis en het ministerie van LNV.

Aan de basis van dit onderzoek lag een enquête die is ingevuld door 555 varkenshouders, echtgenoten van varkenshouders en medewerkers op varkensbedrijven. De resultaten daarvan zijn gepubliceerd in het proefverslag 'Arbeidsbelasting, fysieke klachten en ziekteverzuim bij varkenshouders' (proefverslag P 1.217).

Aan de hand van de resultaten van de genoemde enquête zijn op negen varkensbedrijven metingen verricht aan de varkenshouders tijdens het uitvoeren van hun werk. Onderzoekers kregen toestemming om, na desinfectie, met een kar vol meetapparatuur hun

bedrijven binnen te komen, de varkenshouders vol te hangen met elektroden en meetapparatuur en hun metingen en aanvullende waarnemingen te verrichten. Daarom een woord van dank aan deze varkenshouders. De waarde van dit onderzoek ligt in de combinatie van de eerder uitgevoerde enquête en de nu uitgevoerde metingen. Met de enquête is veel informatie verkregen, maar deze is per definitie subjectief. De nu uitgevoerde metingen zijn objectief, maar betreffen slechts een klein aantal werkmethoden. Gezamenlijk vormen deze twee onderzoeken een basis voor gefundeerde advisering van werkmethoden. Deze is nodig in het streven het aantal fysieke klachten bij varkenshouders, meewerkende echtgenoten en medewerkers terug te dringen.

ir. J.A.M. Voermans,
waarnemend directeur
Praktijkonderzoek Varkenshouderij

INHOUDSOPGAVE

	SAMENVATTING	4
	SUMMARY	5
1	INLEIDING	6
2	MATERIAAL EN METHODE	7
2.1.	De onderzoekspopulatie	7
2.2	Selectie van werkmethode voor metingen van lage-rug belasting	7
2.3	Verdeling van metingen van lage-rugbelasting bij verschillende werkmethode over de bedrijven	9
2.4	Meetinstrumenten en metingen	9
2.4.1	Houdingsobservaties	9
2.4.2	Meting van fysieke belasting van de lage rug	10
3	RESULTATEN	11
3.1	Houdingsobservaties (OWAS)	11
3.1.1	Houdingen van lichaamsdelen	11
3.1.2	Lichaamshoudingen	14
3.2	Fysieke belasting van de lage rug	15
3.2.1	Fysieke belasting van de lage rug tijdens verschillende werkmethode	15
3.2.2	Vergelijking van objectief gemeten rugbelasting met subjectief ervaren rug belasting	16
4	DISCUSSIE EN CONCLUSIES	17
4.1	Gebruikte meetmethoden	17
4.2	Vergelijking van subjectief ervaren rugbelasting en objectief gemeten rugbelasting	17
4.3	Rug belastende werkmethode	18
4.4	Vergelijking van gemeten lage-rugbelasting met normen	18
4.5	Conclusies	18
4.6	Aanbevelingen voor de praktijk	19
	LITERATUUR	20
	BIJLAGEN	21

SAMENVATTING

Op de vraag: "Had u in de afgelopen twaalf maanden weleens rugklachten?", antwoordde in 1998 46% van de varkenshouders met 'ja'. Dit was aanleiding voor het Praktijkonderzoek Varkenshouderij en het IMAG om onderzoek te doen naar het effect van werkmethode op de rugbelasting tijdens het uitvoeren van werkzaamheden.

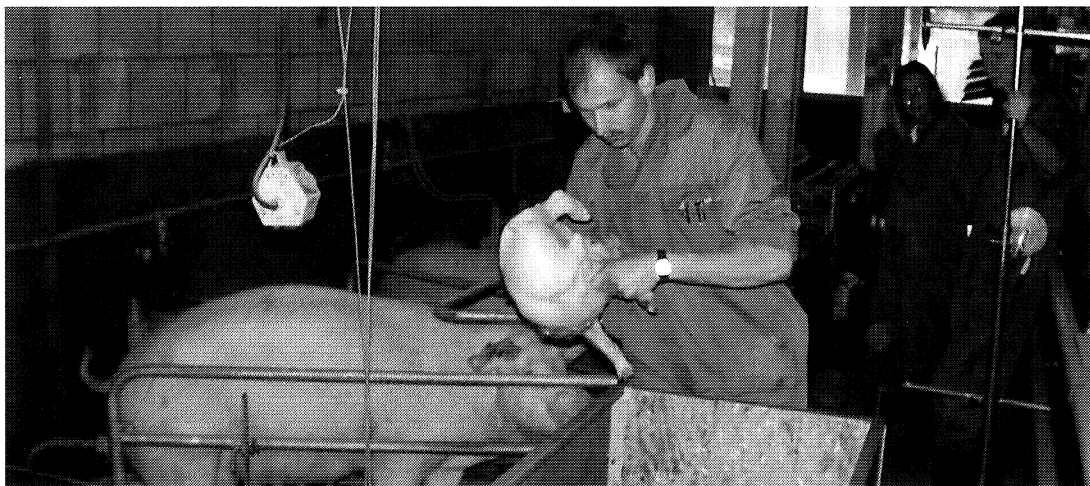
Om te beginnen werden houdingsobservaties verricht, waarmee een grove indicatie verkregen kon worden van de fysieke belasting. Hieruit bleek dat bij het voeren via droogvoerbakken, het castreren van tussen de benen geklemde biggen, het kunstmatig insemineren, het schoonspuiten met een hogedrukspuit en het verplaatsen van biggen met een kar meer dan 50% van de tijd gewerkt werd met een gebogen houding van de rug, wat gekwalificeerd wordt als 'geringe overbelasting'.

Vervolgens werden werkmethoden geselecteerd die door varkenshouders als rugbelastend of juist als minder rugbelastend ervaren werden. De selectie is uitgevoerd op basis van gegevens uit een enquête (Hartman et al., 1999). Daarna kon door metingen de lage-rugbelasting gekwantificeerd worden. In totaal hebben negen varkenshouders meegewerkt aan het onderzoek. Bij de varkenshouders is tijdens het uitvoeren van de

geselecteerde werkmethoden een aantal metingen verricht. Met behulp van elektro-myografie kon de spieractiviteit van een aantal rugspieren bepaald worden. Op basis van informatie over spieractiviteit en over houding(sveranderingen) is per proefpersoon de gemiddelde belasting op de lage rug gekwantificeerd als percentage van de maximale spierkracht ('maximum voluntary contraction' of MVC) van de rug.

Uit de metingen bleek dat het afleveren van biggen met behulp van een kar een gemiddelde rugbelasting opleverde van 48% van de MVC. Het verplaatsen van te spenen biggen met een kar bleek een rugbelasting op te leveren van 43% van de MVC. De gemiddelde rugbelasting was lager bij het drijven van biggen tijdens het afleveren (30% van de MVC) en het verplaatsen (30% van de MVC). Het voeren vanuit een voerkar in troggen (43% van de MVC) of droogvoerbakken (42% van de MVC) bleek zwaarder voor de rug dan het automatisch voeren (30% van de MVC).

Door de keuze van andere werkmethoden in de varkenshouderij is het mogelijk om een reductie in rugbelasting te realiseren, waardoor de kans op lage-rugklachten en daarmee de kans op verzuim en arbeidsongeschiktheid verkleind kan worden.



Meten van rugbelasting tijdens verplaatsen van biggen

SUMMARY

In the Dutch pig husbandry, the percentage of stockmen who had low back problems during the past 12 months was high, namely 46%. Therefore, the Research Institute for Pig Husbandry at Rosmalen and IMAG research institute at Wageningen investigated the physical strain on the lower back in working with different working methods. First, a rough indication of physical strain was obtained by observations of postures, using the OWAS-system. These observations showed that during handfeeding, castration of piglets while holding them between the legs, artificial insemination, cleaning with a high-pressure water cleaner and transferring pigs by using a trolley, more than 50% of the working time was spent in a bent posture. Therefore these working methods are classified as 'slight overload'. Then working methods were selected, which were classified by pig farmers as either heavy or light for the back. The selection was based on data from a survey (Hartman et al., 1999), after which a study could be conducted to try to quantify the strain on the back by measurements. Nine pig farmers participated in this study.

The strain on the back was measured during several working methods. The activity of the muscles was determined through electromyography. At the same time, data on posture and posture changes were collected using the AMBER-system. Based on these measurements the mean strain on the back could be quantified as a percentage of the maximum force of the muscles ('maximum voluntary contraction' or 'MVC') of the back. It appeared that during delivery of 25 kg piglets by using a trolley, the mean strain on the back was 48% of the MVC. The mean strain during transfer of 8 - 10 kg piglets to a weaner room with a trolley was 43% of the MVC. The strain on the back was lower during moving piglets by herding (30% of the MVC). Hand feeding in troughs (43% of the MVC) or in feed hoppers (43% of the MVC) resulted in heavier strain on the back than automatic feeding (30% of the MVC). It can be concluded that it is possible to reduce the strain on the back in pig husbandry by using alternative working methods. This may result in lower risks of absenteeism and incapacity for work due to problems with the lower back.

1 INLEIDING

In Nederland komen ziekteverzuim en arbeidsongeschiktheid veelvuldig voor. Begin 1999 bedroeg het aantal arbeidsongeschikten in Nederland circa 900.000. Problemen ten gevolge van arbeidsongeschiktheid betekenen niet alleen veel leed en ongemak voor de betrokkenen, ze zijn bovendien zeer kostbaar voor de maatschappij (Arbeidsinspectie, 1988). In 1995 bedroegen de totale kosten voor de Nederlandse samenleving ten gevolge van suboptimale arbeidsomstandigheden 16,5 miljard gulden (Ministerie van Sociale Zaken, 1997). Werkgebonden verzuim en arbeidsongeschiktheid maken hiervan 65% uit. Circa 46% van de varkenshouders heeft lage-rugklachten en 30% van de varkenshouders heeft nek/schouderklachten (Hartman et al., 1999). Dergelijke klachten kunnen tot ziekteverzuim en arbeidsongeschiktheid leiden. Van de varkenshouders die nog deelnemen aan het arbeidsproces is 17% niet volledig arbeidsgeschikt (Hartman et al., 1999). Bijna de helft van de arbeidsongeschiktheid bij varkenshouders (45 - 49%) wordt geclaimd op basis van aandoeningen van het bewegingsapparaat, en dan met name van de rug (Kan et al., 1994). Vanuit een situatie van arbeidsongeschiktheid is het moeilijk weer terug te keren naar het arbeidsproces. Het is daarom van belang om arbeidsongeschiktheid te voorkomen. In het kader hiervan verplicht de Arbeidsomstandighedenwet (Arbo-wet) werkgevers en werknemers tot het aanpakken van knelpunten in de arbeidsomstandigheden om gezond en veilig werken te bevorderen. Bij het ontstaan van rugklachten kunnen zowel werk- als persoonsfactoren een rol spelen. Hildebrandt (1988) noemt als werk-

factoren werkduur, werktempo en werkhoud. Verder noemt hij zwaar lichamelijk werk in het algemeen, statische belasting (zoals langdurig zitten) en dynamische belasting (zoals het hanteren van zware lasten, rotatie van de romp, duwen en trekken). Als persoonsfactoren worden leeftijd, relatieve spiersterkte, lichamelijke conditie en de factor 'rugklachten in het verleden' genoemd. Tenslotte worden psychosociale omstandigheden en werkervaring in het algemeen als risicofactor voor het ontstaan van rugklachten beschouwd. Het grote aantal risicofactoren geeft aan dat er bij rugklachten sprake is van een multicausale aandoening. Waarschijnlijk zijn de arbeidsomstandigheden op zich een belangrijke factor bij de rugproblematiek van varkenshouders. De doelstelling van dit onderzoek is het bepalen van het effect van de werkmethode op de fysieke belasting van de lage rug van varkenshouders tijdens verschillende werkzaamheden.

Het onderzoek geeft antwoord op de volgende vragen.

- 1 Welke fysiek belastende houdingen worden tijdens het uitvoeren van werkzaamheden ingenomen?
- 2 Wat is de invloed van de werkmethode op de rugbelasting tijdens het uitvoeren van werkzaamheden?

Bij vraag 2 wordt het onderzoek beperkt tot de fysieke belasting van de lage rug, omdat het hebben van lage-rugklachten de meest voorkomende aandoening aan het bewegingsapparaat is bij varkenshouders (Hartman et al., 1999). Onder de lage rug wordt het deel van de rug verstaan ter hoogte van de wervels L3/L4/L5/S1 (zie figuur 14 in bijlage 4).

2 MATERIAAL EN METHODE

2.1 De onderzoekspopulatie

Varkenshouders die eerder deelnamen aan een enquête over arbeidsbelasting, fysieke klachten en ziekteverzuim (Hartman et al., 1999) konden zich vrijwillig opgeven voor eventuele deelname aan dit onderzoek. De enquête betrof een representatieve steekproef onder varkenshouders met meer dan 75 zeugen en/of 500 vleesvarkens. Van de 555 respondenten op de enquête gaven 149 personen aan mee te willen werken aan dit onderzoek. Bij selectie van de varkenshouders is rekening gehouden met het type bedrijf, werkmethode die werden uitgevoerd, locatie van het bedrijf (in verband met de reisafstand) en de eerdere aanwezigheid van rugklachten (personen die eerder rugklachten hadden zijn niet geselecteerd). De onderzoekspopulatie is uiteindelijk beperkt tot negen varkenshouders (per bedrijf kostte het meten inclusief bedrijfsbezoek ongeveer anderhalve dag). De varkenshouders zijn telefonisch benaderd voor een afspraak voor twee meetdagen. Op de eerste meetdag zijn het onderzoek en de onderzoeksmethode nader toegelicht. Verder is een deel van de metingen tijdens dit bezoek verricht. Het betrof de metingen die nodig waren voor het beantwoorden van de vraag welke fysiek belastende houdingen tijdens het werk werden ingenomen. Op de tweede meetdag zijn metingen verricht voor het bepalen van de lage-rugbelasting bij verschillende werkmethoden.

De proefpersonen waren allemaal mannen en de gemiddelde leeftijd was 39,6 jaar (sd 8,2). Het gemiddelde gewicht van de proefpersonen was 84,3 kg (sd 11,1) en ze waren gemiddeld 1,82 m (sd 7,1) lang.

2.2 Selectie van werkmethoden voor metingen van lage-rugbelasting

Op basis van de eerder genoemde enquête zijn werkmethoden geselecteerd voor de metingen van lage-rugbelasting. De enquête is ingevuld door 555 varkenshoud(st) waarvan er 414 zelfstandig ondernemer waren. In de enquête is onder andere gevraagd naar het aantal uren per week dat verschillende werkmethoden uitgevoerd werden en naar de subjectief ervaren rugbelasting daarbij. De vraag hoefde alleen beantwoord te worden als de varkenshoud(st) de werkmethode zelf toepasten. Voor het scoren van de ervaren rugbelasting is een aangepaste versie van de Borgschaal gebruikt (Borg, 1982). De scores op de schaal varieerden van 'zeer weinig' (score 0) tot 'extreem veel' (score 10) rugbelasting (bijlage 1). Bij de selectie van de werkmethoden waarbij metingen werden uitgevoerd zijn de volgende criteria gehanteerd:

- de werkmethode moest door minimaal 20% van alle zelfstandige ondernemers met bedrijven met zeugen of met vleesvarkens uitgevoerd worden;
- de gemiddelde Borgscore van de werkmethode moest minimaal 3,5 zijn;

Tabel 1: Geselecteerde werkmethoden voor de metingen en gebruikte afkortingen

Werkmethoden	Afkorting
1 Voeren met een voerkar in droogvoerbakken	vd
2 Voeren met een voerkar in troggen	vt
3 Automatisch voeren	va
4 Castreren van biggen in de hand	ch
5 Castreren van biggen tussen de benen	cb
6 Verplaatsen van biggen op speenleeftijd met behulp van een biggenkar	vk
7 Verplaatsen van biggen op afleverleeftijd met behulp van een biggenkar	ak
8 Verplaatsen van biggen op speenleeftijd door middel van drijven	vd
9 Verplaatsen van biggen op afleverleeftijd door middel van drijven	ad

- voor de werkmethode moest een alternatieve werkmethode bestaan, waarvan de gemiddelde Borgscore lager was dan 3,5;
- bij de werkmethode moesten de metingen praktisch uitvoerbaar zijn.

De gemiddelde Borgscores van werkmethoden, zoals bepaald door Hartman et al. (1999) en de mate van voorkomen, zijn weergegeven in bijlage 2. In bijlage 2a staan werkmethoden die op alle bedrijfstypen voorkomen. In bijlage 2b staan werkmethoden die specifiek zijn voor bedrijven met vleesvarkens en in bijlage 2c staan werkmethoden die specifiek zijn voor bedrijven met zeugen. Het aantal bedrijven met zeugen was 317 en het aantal bedrijven met vleesvarkens 280.

De geselecteerde werkmethoden zijn weergegeven in tabel 1 en beschreven in bijlage 3. Geselecteerde werkmethoden bij het voeren zijn het voeren met een voerkar in droogvoerbakken, het voeren met een voerkar in troggen en automatisch voeren. Meten tijdens het voeren met behulp van een krachtvoerstation bleek ongeschikt, omdat deze werkmethode slechts op twee van de 149 bedrijven toegepast werd. Het voeren met behulp van een voeddoseerwagen was ongeschikt voor de bepaling van de rugbelasting, omdat deze werkmethode voornamelijk bestaat uit duwen. Bij duwen wordt waarschijnlijk de meeste kracht geleverd door de buikspieren en in mindere mate

door de rugspieren.

Bij het afvoeren van dode dieren werd een aantal werkmethoden door meer dan 20% van de ondernemers uitgevoerd. Metingen bij deze werkmethoden waren echter niet praktisch uitvoerbaar, omdat deze bewerking niet gepland kon worden. Bij het reinigen van stallen werd door meer dan 90% van de ondernemers een hogedrukspuit gebruikt. Deze werkmethode is toch niet geselecteerd, vanwege de vochtige werkomgeving die ontstaat bij het schoonspuiten. De meetapparatuur was niet bestand tegen vocht. Bovendien worden bij het gebruik van de hogedrukspuit waarschijnlijk duwkrachten ontwikkeld, waarbij vooral de buikspieren actief zijn en niet de rugspieren. Verder zijn 'castreren in de hand', 'castreren tussen de benen', 'verplaatsen van biggen met behulp van een biggenkar' en 'verplaatsen van biggen door middel van drijven' geselecteerd. De verplaatsingsmethoden zijn zowel bij biggen op speenleeftijd als op afleverleeftijd gemeten, om het effect van het gewicht van de biggen op de rugbelasting te onderzoeken. Op speenleeftijd wegen de biggen 8 á 10 kg en op afleverleeftijd wegen ze 20 á 25 kg. De werkmethode 'drijven in combinatie met tillen uit het hok' bij het afleveren van biggen voldeed aan de gestelde criteria. De werkmethode is toch niet geselecteerd omdat zowel het drijven als het tillen al voorkwam bij de andere werkmethoden voor het verplaatsen van biggen.

Tabel 2: Verdeling van de metingen over de bedrijven

Bedrijfsnummer	Afkorting werkmethode								
	vd	vt	va	ch	cb	vk	ak	vd	ad
1				x		x			
2	x	x	x		x	x		x	
3	x	x	x	x	x	x			
4	x	x	x	x	x	x	x	x	
5	x	x	x		x	x	x	x	x
6	x	x	x	x	x	x	x	x	x
7	x	x	x		x	x	x	x	x
8	x	x	x		x	x	x	x	x
9	x	x	x	x	x	x	x	x	x

2.3 Verdeling van metingen van lage-rug-belasting bij verschillende werkmethoden over de bedrijven

Uitgangspunt was dat per bedrijf zoveel mogelijk geselecteerde werkmethoden gemeten werden. De verdeling van metingen over de bedrijven is weergegeven in tabel 2.

Uit de tabel blijkt dat het gemiddeld aantal metingen per bedrijf 7 is.

2.4 Meetinstrumenten en metingen

In het onderzoek zijn de volgende meetinstrumenten gehanteerd: OWAS voor het uitvoeren van houdingsobservaties, waarmee bepaald kon worden of varkenshouders fysiek belastende houdingen innemen tijdens het uitvoeren van het werk, elektromyografie (EMG), AMBER (voor het meten van houdingsveranderingen) en een videorecorder voor het meten van de fysieke belasting op de lage rug. De houdingsobservaties zijn op een aparte meetdag uitgevoerd. De andere meetinstrumenten zijn gelijktijdig gebruikt tijdens metingen waarbij verschillende werkmethoden werden uitgevoerd ('praktijkmetingen') en tijdens metingen die nodig waren voor het toepassen van een aantal correcties op de data ('testmetingen').

2.4.1 Houdingsobservaties

Met behulp van de 'Ovako Working Posture Analysing System'-observatietechniek ('OWAS') zijn houdingsobservaties uitgevoerd tijdens het uitvoeren van een aantal werkzaamheden op een werkdag. De OWAS is ontwikkeld in de Finse staalindustrie en de methode is beschreven in een aantal artikelen (Karhu et al., 1977, Von Stoffert, 1985). Bij de OWAS worden door middel van multi-momentopnames de houdingen van verschillende lichaamsdelen geregistreerd. Multi-momentopnames zijn registraties die plaatsvinden met een vast tijdsinterval. De lichaamsdelen die bij de OWAS worden onderscheiden zijn het hoofd, de rug, de armen en de benen. Ook het hanteren van lasten wordt geregistreerd. De lasten zijn ingedeeld in drie categorieën: lasten van minder dan 10 kg, lasten tussen de 10

en 20 kg en lasten van meer dan 20 kg. Na de observaties is per lichaamsdeel en voor de totale lichaamshouding bepaald wat de relatieve frequentie (als percentage van alle ingenomen houdingen) was van verschillende houdingen. Aan de relatieve frequenties van de houdingen van de lichaamsdelen en van de totale lichaamshoudingen is achteraf een belastingsgraad toegekend. Het voordeel van het toekennen van een belastingsgraad is dat er een uitspraak gedaan kan worden over de mate van (over)belasting. De belastingsgraad bestond uit vier mogelijkheden (zogenaamde actiecategorieën), te weten:

'geen overbelasting: actiecategorie 1', 'geringe overbelasting: actiecategorie 2', 'duidelijke overbelasting: actiecategorie 3' en 'forse overbelasting: actiecategorie 4'. Houdingen die in de categorieën 2, 3 of 4 vallen, zijn als belastend voor het bewegingsapparaat beschouwd. Schuijt et al. (1997) stellen dat actiecategorie 2 binnen redelijke grenzen nog wel acceptabel is en dat actiecategorie 3 en 4 vermeden dienen te worden. Een uitgebreide beschrijving van de OWAS-methode is weergegeven in bijlage 4. OWAS-registraties geven een representatief beeld van de werkhoudingen mits minimaal drie werkcycli geobserveerd worden (Kant, 1993, persoonlijke mededeling). Een werkcyclus is een periode waarin alle voorkomende werkhandelingen éénmaal zijn voorgekomen (Föllings et al., 1995). In het huidige onderzoek is het minimale aantal werkcycli gesteld op drie. Hieraan is een minimale observatieduur van 15 minuten toegevoegd, om de invloed van 'toevallige' bewegingen die niets met een werkmethode te maken hebben te minimaliseren. Het tijdsinterval tussen de observaties is gesteld op 20 seconden en het minimale aantal observaties is derhalve 45. Data die betrekking hebben op werkmethoden die korter duurden dan een kwartier, zijn verwijderd uit het onderzoek.

Tijdens de registraties is een gecomputeriseerde versie van de OWAS gebruikt, waardoor het mogelijk was om geobserveerde gegevens direct in te voeren in de computer. Met betrekking tot de lasten is niet alleen de zwaarte geregistreerd, maar ook de richting van de kracht die op de last wordt uitge-

oefend. Hierdoor konden tillen, duwen en trekken van elkaar onderscheiden worden. Op alle geselecteerde bedrijven zijn gedurende een doordeweekse dag observaties uitgevoerd. Per bedrijf is één ochtend meegelopen met de varkenshouder. De observaties zijn uitgevoerd tijdens de werkzaamheden die de varkenshouder op die ochtend zelf van tevoren gepland had uit te voeren.

2.4.2 Meting van fysieke belasting van de lage rug

De spieractiviteit van een aantal relevante rugspieren tijdens het uitvoeren van de werkmethoden is een parameter voor de fysieke belasting van de lage rug. Deze is gemeten met behulp van elektromyografie (EMG). Dit is een methode waarmee via elektroden op de huid de spieractiviteit bepaald kan worden. Elektromyografie is eerder door onder andere Van Dieën et al. (1995) en Holshuysen et al. (1997) toegepast bij het bepalen van de rugbelasting. In het huidige onderzoek is de methode gebaseerd op de door Potvin et al. (1996) beschreven methode.

Eerst zijn testmetingen uitgevoerd om de maximale spieractiviteit bij alle personen in verschillende lichaamshoudingen te bepalen. De maximale spieractiviteit is namelijk afhankelijk van de persoon en van de houding.

De gemeten spieractiviteit tijdens het uitvoeren van verschillende werkmethoden is achteraf gerelateerd aan de maximale spieractiviteit, waarbij gecorrigeerd werd voor de houding. Door de correctie voor de houding wordt niet gesproken van spieractiviteit, maar van geleverd extern moment. Een uitgebreide beschrijving van de meetmethode is weergegeven in bijlage 4.

Als maat voor de fysieke belasting van de lage rug is het gemiddelde externe moment als percentage van het maximale externe moment (de maximale kracht) gehanteerd. Het maximale externe moment geeft aan hoe groot het moment (de kracht) is dat een persoon maximaal kan leveren. Het maximale externe moment wordt in dit rapport verder aangeduid met de afkorting MVC (Maximum Voluntary Contraction). Door het hanteren van deze maat (gemiddeld geleverd moment als percentage van het maximale moment ofwel '% van de MVC') voor fysieke belasting van de lage rug was het mogelijk om gegevens van verschillende personen te vergelijken.

Tijdens praktijkmetingen zijn video-opnamen gemaakt om de fysieke belasting te visualiseren. De opnamen boden ook de mogelijkheid om gegevens die verzameld waren met de spieractiviteitsmetingen beter te kunnen interpreteren.

3 RESULTATEN

3.1 Houdingsobservaties (OWAS)

De resultaten van de houdingsobservaties zijn opgesplitst in observaties van houdingen van lichaamsdelen en de totale lichaamshouding.

3.1.1 Houdingen van lichaamsdelen

Observaties met een minimale duur van 15 minuten bij een of meer personen zijn uitgevoerd tijdens de volgende werkzaamheden: voeren in droogvoerbakken (drie personen), castreren van biggen (beide werkmethode bij drie personen) en verplaatsen van biggen met behulp van een kar (één persoon). Daarnaast zijn observaties verricht tijdens de gezondheidscontrole (één persoon), kunstmatig insemineren (twee personen) en schoonspuiten (één persoon). De observaties zijn verricht om een indruk te krijgen van de werkhoudingen die worden ingenomen tijdens het uitvoeren van werkzaamheden in de varkenshouderij. Per werkmethode zijn houdingen van lichaamsdelen ingedeeld in actiecategorieën, waardoor er een belastingsgraad aan gekoppeld kon worden. Dit is gedaan door het invullen van figuur 12 in bijlage 4. Bij de weergave van resultaten van werkmethoden waarbij meerdere personen zijn geobserveerd zijn gemiddelde percentages berekend. Bij de weergave van de resultaten zijn alleen die van de rug weergegeven in figuren in de tekst. De resultaten van de andere lichaamsdelen en die van het gewicht staan in bijlage 5.

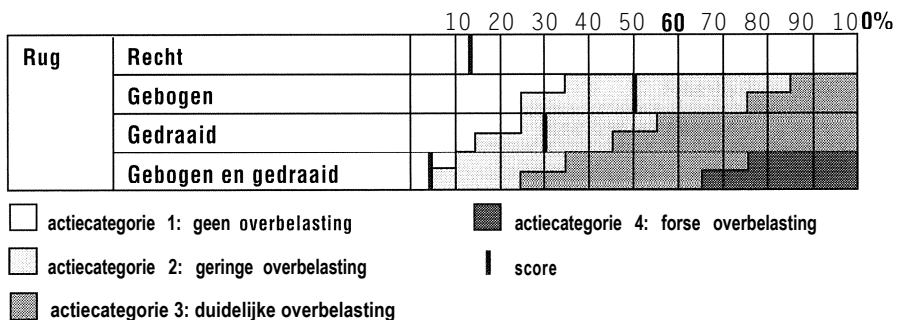
Het voeren in droogvoerbakken is geobserveerd bij drie personen. De resultaten zijn weergegeven in figuur 1 en in bijlage 5a.

Een gebogen rug kwam gemiddeld gedurende 50% van de tijd voor (actiecategorie 2), een gedraaide rug kwam gemiddeld 30% voor (actiecategorie 2) en een combinatie van een gedraaide en een gebogen rug kwam gemiddeld gedurende 6% van de tijd voor. Uit bijlage 5a blijkt dat de nek gemiddeld 48% van de tijd naar voren gebogen was (actiecategorie 2) en gemiddeld 36% van de tijd gedraaid was (actiecategorie 2).

Het omgaan met een werklust tot 10 kg kwam gemiddeld gedurende 56% van de tijd voor. De werklust bestond hoofdzakelijk uit het vasthouden van de voerschip. Het hanteren van een werklust van meer dan 20 kg kwam gemiddeld gedurende 37% van de tijd voor. Hierbij ging het vooral om het duwen of trekken van de voerkar.

De *gezondheidscontrole* is geobserveerd bij één persoon. De houdingen van de rug tijdens de gezondheidscontrole zijn weergegeven in figuur 2 en houdingen van de andere lichaamsdelen staan in bijlage 5b.

Uit figuur 2 en uit bijlage 5b blijkt dat bij de houdingen tijdens de gezondheidscontrole een actiecategorie van hoger dan 1 in een aantal gevallen voorkwam. Gedurende gemiddeld 7% van de tijd kwam een combinatie van een gedraaide en gebogen rug voor



Figuur 1: Gemeten houdingen van de rug tijdens het voeren in droogvoerbakken

(actiecategorie 1 á 2). Gedurende gemiddeld 2% van de tijd kwam een naar achteren gebogen hoofd voor (actiecategorie 1 á 2) en gedurende gemiddeld 28% van de tijd was het hoofd gedraaid (actiecategorie 1 á 2).

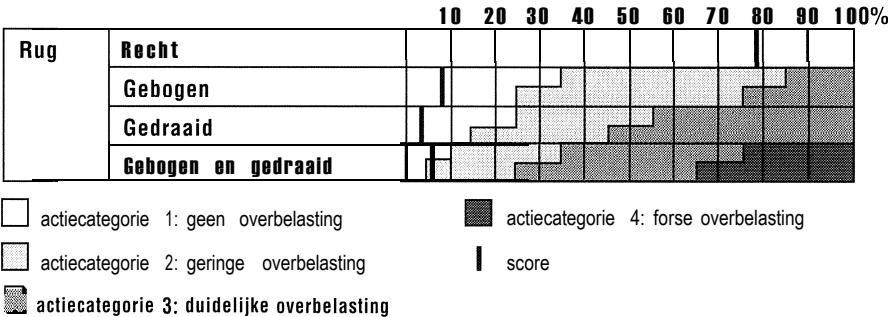
Het *castreren van biggen in de hand* is geobserveerd bij drie personen. De houdingen van de rug tijdens het castreren van biggen in de hand zijn weergegeven in figuur 3 en de resultaten van de andere lichaamsdelen staan in bijlage 5c.

Bij de rug kwam een actiecategorie van hoger dan 1 niet voor. Uit bijlage 5c blijkt dat gemiddeld gedurende 80% werd gestaan op twee rechte benen, wat leidde tot actiecategorie 1 á 2. Het staan op twee gebogen benen kwam gemiddeld gedurende 6% van de tijd voor (actiecategorie 1 á 2). Deze deelhouding werd bijvoorbeeld ingenomen

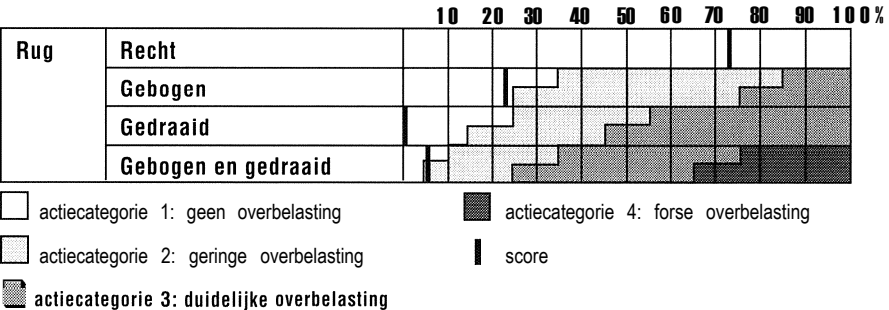
bij het vangen van de biggen uit het hok. Gemiddeld werd gedurende 68% van de tijd het hoofd naar voren gebogen, wat leidde tot actiecategorie 3. Gemiddeld werd 80% van de tijd een werklast tot 10 kg gehanteerd. Bij het castreren bestond de werklast uit een big die opgetild werd en werd vastgehouden in de hand.

Het *castreren van biggen waarbij de biggen tussen de benen worden geklemd* is geobserveerd bij drie personen. De resultaten hiervan staan in figuur 4 en in bijlage 5d.

Bij het castreren van biggen waarbij de biggen tussen de benen werden geklemd, kwamen actiecategorieën van hoger dan 1 voor. Een gebogen houding van de rug kwam voor gedurende gemiddeld 73% van de tijd (actiecategorie 2) en een combinatie van een gebogen en gedraaide rug kwam voor gedurende gemiddeld 14% van de tijd



Figuur 2: Gemeten houdingen van de rug tijdens de gezondheidscontrole



Figuur 3: Indeling van houdingen van de rug in actiecategorieën bij het castreren van biggen in de hand

(actiecategorie 2). Gemiddeld kwam het staan op twee gebogen benen gedurende 51% van de tijd voor (actiecategorie 3). Deze houding van de benen werd ingenomen bij het klemmen van de biggen tussen de benen. Gedurende gemiddeld 68% van de tijd was het hoofd naar voren gebogen, wat leidde tot actiecategorie 3. Gedurende gemiddeld 77% van de tijd werd een last getild tot 10 kilogram. Dit kwam voor bij het tillen van biggen of het geklemd houden van biggen tussen de benen.

Het *kunstmatig insemineren* van zeugen is geobserveerd bij twee personen en de resultaten staan in figuur 5 en in bijlage 5e.

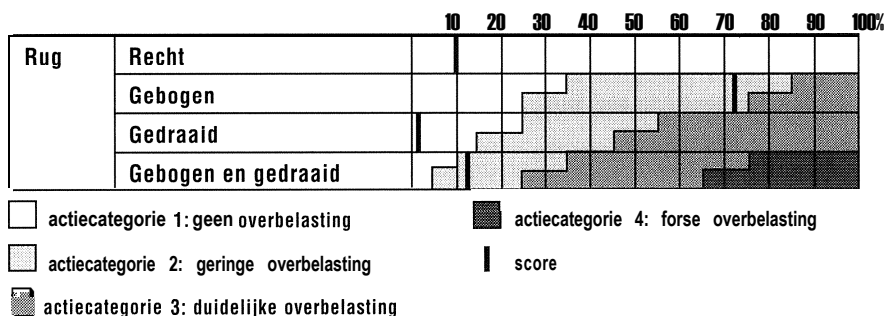
Bij het kunstmatig insemineren kwamen actiecategorieën van 2 en hoger voor. Een gebogen houding van de rug kwam gemiddeld 60% van de tijd voor (actiecategorie 2) en een combinatie van een gedraaide en gebogen rug kwam gedurende gemiddeld

31% van de tijd voor (actiecategorie 2 á 3). Gedurende gemiddeld 57% van de tijd kwam het staan op twee gebogen benen voor (actiecategorie 3). Verder kwam gedurende gemiddeld 72% van de tijd een naar voren gebogen houding van het hoofd voor (actiecategorie 3).

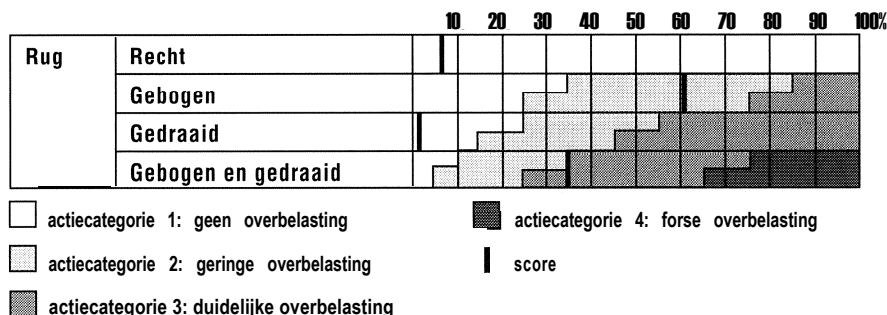
Het *schoonspuiten* is bij één persoon geobserveerd. De resultaten van deze observatie staan in figuur 6 en in bijlage 5f.

Gedurende 54% van de tijd kwam een gebogen houding van de rug (actiecategorie 2) voor. Verder werd gedurende 15% van de tijd op twee gebogen benen gestaan (actiecategorie 2). Actiecategorie 3 kwam voor bij de houding van het hoofd: gedurende 58% van de tijd kwam een naar voren gebogen houding van het hoofd voor.

Gedurende 98% van de tijd werd een last getild tot 10 kilogram. De last was de hogedrukspuit die in de hand gehouden werd.



Figuur 4: Indeling van houdingen van de rug in actiecategorieën bij het castreren van biggen tussen de benen



Figuur 5: Indeling van houdingen van de rug in actiecategorieën bij het kunstmatig insemineren van zeugen

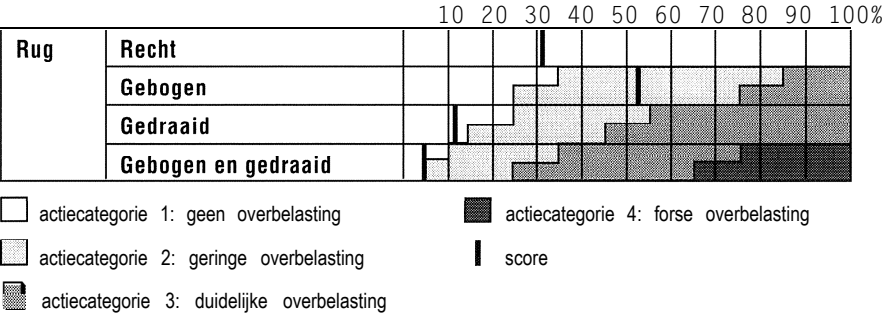
Het *verplaatsen van biggen met behulp van een biggenkar* is geobserveerd bij één persoon. De resultaten van de observaties zijn weergegeven in figuur 7 en in bijlage 5g.

Gedurende 66% van de tijd kwam een gebogen houding van de rug voor (actiecategorie 2) en gedurende 9% van de tijd kwam een combinatie van een gedraaide en een gebogen rug voor (actiecategorie 1 á 2). Gedurende 28% van de tijd werd gestaan op twee gebogen benen (actiecategorie 2). Dit kwam vooral voor bij het vangen van de biggen. Een naar voren gebogen houding van het hoofd kwam gedurende 70% van de tijd voor (actiecategorie 3). Gedurende 49% van de tijd werd een last getild tot 10 kilogram. Dit kwam voor bij het tillen van biggen. Verder werd gedurende 33% van de tijd een last gehanteerd van

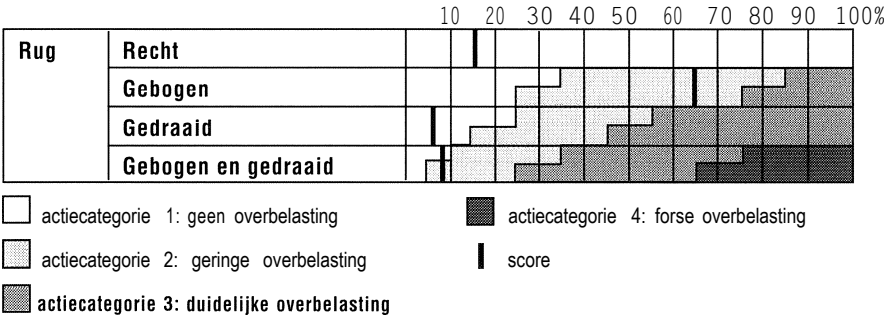
meer dan 20 kg. Deze last bestond uit de biggenkar die werd getrokken of geduwd.

3.1.2 Lichaamshoudingen
Een overzicht van de indeling van lichaams-houdingen in actiecategorieën per werkzaamheid is weergegeven in tabel 3. De indeling is gebaseerd op figuur 13 in bijlage 4.

Bij het castreren van biggen tussen de benen, het kunstmatig insemineren en het verplaatsen van biggen met behulp van een kar werden gemiddeld gedurende meer dan de helft van de werktijd houdingen aangenomen die leidden tot actiecategorie 3 (duidelijke overbelasting) of 4 (forse overbelasting). Houdingen in de actiecategorieën 3 of 4 kwamen bij het castreren met de big tussen de benen geklemd (53%) vaker voor dan bij het castreren met de big in de hand (5%).



Figuur 6: Indeling van houdingen van de rug in actiecategorieën bij het schoonspuiten



Figuur 7: Indeling van houdingen van de rug in actiecategorieën bij het verplaatsen van biggen met behulp van een biggenkar

Tabel 3: Verdeling van lichaamshoudingen over de actiecategorieën per werkzaamheid

Werkzaamheid	N ¹	Vóórkomen van actiecategorieën ² (gemiddelde %)			
		1	2	3	4
Voeren in droogvoerbakken	3	44,0	25,9	28,0	2,1
Gezondheidscontrole	1	83,7	16,3	0	0
Castreren van biggen (in de hand)	3	70,1	25,0	4,2	08,
Castr. van biggen (tussen de benen)	3	13,4	33,6	49,1	3,9
Kunstmatig insemineren	2	6,5	37,1	28,2	28,3
Schoonspuiten	1	41,1	43,8	13,4	1,8,
Verplaatsen van biggen m.b.v. een kar	1	25,0	20,5	45,5	89,

¹ N = aantal personen bij wie de houdingsobservaties verricht zijn

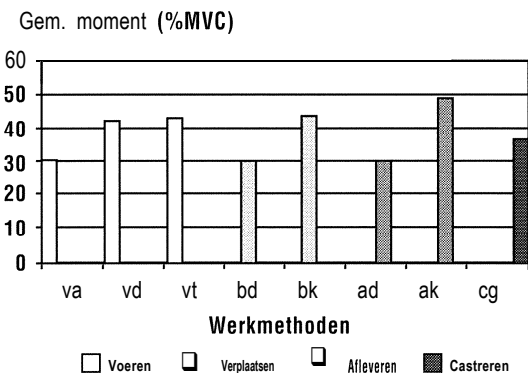
² actiecategorieën: 1 = 'geen overbelasting'; 2 = 'geringe overbelasting'; 3 = 'duidelijke overbelasting'; 4 = 'forse overbelasting'

3.2 Fysieke belasting van de lage rug

3.2.1 Fysieke belasting van de lage rug tijdens verschillende werkmethoden

Het gemiddelde moment als percentage van de MVC is per werkmethode weergegeven in figuur 8. Het gemiddelde moment van elke werkmethode is berekend aan de hand van gegevens van drie proefpersonen.

Uit figuur 8 blijkt dat uitvoering van werkzaamheden volgens verschillende werkmetho-



va = automatisch voeren; vd/vt = voeren in droogvoerbakken/voeren in troggen; bd/bk = verplaatsen van biggen d.m.v. drijven/meteen kar; ad/ak = afleveren van biggen d.m.v. drijven/meteen kar; cg = castreren van biggen tussen de benen.

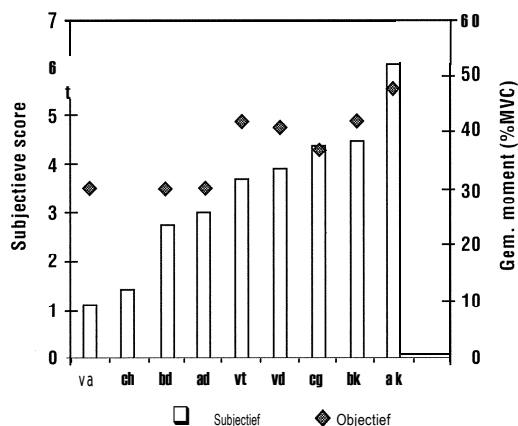
Figuur 8: Het gemiddelde moment per werkmethode (drie personen)

thoden tot verschillen in rugbelasting heeft geleid. Verschillen zijn niet getoetst op significantie, omdat tot nu toe slechts gegevens van drie personen gebruikt zijn. Uit de metingen is gebleken dat tijdens het onbelast rechtop staan de rugbelasting ongeveer 15% van de MVC was. Dit betekent dat tijdens het rechtop staan circa 15% van de maximale capaciteit van de rugspieren werd aangesproken. Het afleveren van biggen van 20 tot 25 kg met behulp van een kar (ak) bleek het zwaarst te zijn voor de lage rug. De rugbelasting was gemiddeld 48% van de MVC. Ook het verplaatsen van biggen van 8 tot 10 kg met een kar (bk) was zwaar voor de rug (43% van de MVC). Tijdens zowel het afleveren als het verplaatsen was de werkmethode waarbij gebruik werd gemaakt van een kar zwaarder voor de rug dan de werkmethode waarbij de biggen gedreven werden. Tijdens het drijven was de gemiddelde rugbelasting 30% van de MVC. Het voeren in troggen (vt) en in droogvoerbakken (vd) was ongeveer even zwaar voor de rug. De werkmethoden leverden een rugbelasting op van 43% respectievelijk 42% van de MVC. Het automatisch voeren (va) was aanmerkelijk minder zwaar voor de rug. De rugbelasting bij het uitvoeren van deze werkmethode was gemiddeld 30% van de MVC. Bij het castreren van biggen waarbij de big tussen de benen werd geklemd (cg), ontstond een gemiddelde rug belasting

van 36% van de MVC. Van castreren in de hand zijn geen gegevens beschikbaar, omdat de drie varkenshouders deze werkmethode niet uitgevoerd hebben.

3.2.2 Vergelijking van objectief gemeten rugbelasting met subjectief ervaren rugbelasting

De door varkenshouders subjectief ervaren rugbelasting (verkregen uit de enquête van Hartman et al. (1999)) is vergeleken met de objectief gemeten rugbelasting in het huidige onderzoek. Dit maakt duidelijk in hoeverre de subjectieve inschatting van personen



va = automatisch voeren; vd/vt = voeren in droogvoerbakken/voeren in troggen; bd/bk = verplaatsen van biggen d.m.v. drijven/met een kar; ad/ak = afleveren van biggen d.m.v. drijven/met een kar; ch/cg = castreren van biggen tussen de benen in de hand.

Figuur 9: Vergelijking van objectief gemeten rugbelasting met subjectief ervaren rugbelasting

bij het bepalen van de zwaarte van het werk overeenkomt met de berekende gemiddelde momenten. In figuur 9 zijn zowel de objectieve als de subjectieve gegevens weergegeven.

Uit figuur 9 blijkt dat het afleveren van biggen met behulp van een kar (ak) zowel objectief als subjectief als het zwaarst voor de lage rug naar voren kwam. De werkmethode werd gemiddeld als 'meer dan veel rug belastend' ervaren. Ook het verplaatsen van biggen met behulp van een kar (bk) en het castreren van biggen tussen de benen (cg) scoorden zowel subjectief ('tamelijk veel rugbelasting') als objectief relatief hoog. Het drijven van biggen bij het afleveren (ad) en het verplaatsen (bd) werden als minder zware werkmethoden ervaren dan de werkmethoden waarbij gebruik werd gemaakt van een biggenkar. Ook uit de objectieve metingen blijkt dat deze werkmethoden minder rugbelastend waren. Bij het voeren met een kar in droogvoerbakken (vd) of troggen (vt) waren de gemiddelde objectief gemeten rugbelasting en ook de subjectief ervaren rugbelasting hoger dan bij het automatisch voeren (va). De objectief gemeten rugbelasting was bij deze werkmethoden relatief hoog ten opzichte van de subjectief ervaren rugbelasting. Bij het automatisch voeren week de objectieve score het meest af van de subjectieve score. De subjectief ervaren rugbelasting was het laagst van alle werkmethoden ('zeer weinig rugbelasting'), maar uit de objectieve metingen bleek de werkmethode even rugbelastend te zijn als het verplaatsen of afleveren van biggen door middel van drijven.

4 DISCUSSIE EN CONCLUSIES

4.1 Gebruikte meetmethoden

De OWAS-methode is een bruikbare methode gebleken voor het uitvoeren van observaties bij het werk in de varkenshouderij. Met de methode is het mogelijk gebleken om in korte tijd een indruk te krijgen van de houdingsbelasting tijdens het uitvoeren van een aantal werkzaamheden. Voor het gebruik van de OWAS-methode is oefening voor de observator noodzakelijk.

De OWAS-observaties zijn steeds bij minimaal één en maximaal drie personen uitgevoerd. Dit hing af van de werkzaamheden die op de observatiedag werden uitgevoerd. Uitvoering van de meeste werkzaamheden bleek niet langer te duren dan een kwartier. Data die betrekking hadden op werkzaamheden die korter duurden dan een kwartier zijn in het onderzoek niet gebruikt.

De gegevensverwerking kostte weinig tijd, omdat de resultaten per werkzaamheid direct opgevraagd konden worden. Aan de vorm van observatie, namelijk een momentopname, kleefte wel een nadeel: bij cyclische werkzaamheden is er kans op vertekening. Een cyclus in het werk kan samenvallen met het observatie-interval van 20 seconden. Waarschijnlijk is de invloed van werkcycli in de huidige studie minimaal, omdat bijvoorbeeld bij het castreren van biggen het cyclische werk (biggen oppakken, castreren en weer neerzetten) werd doorbroken door niet-cyclische activiteiten (naar een ander hok lopen en het klaarzetten van benodigdheden). Ook bij het verplaatsen van biggen met een kar werden cyclische activiteiten (de biggen vangen en in de kar zetten) afgewisseld met niet-cyclische activiteiten (met de kar over de gang lopen).

Tijdens de observaties viel op dat het uitvoeren van dezelfde werkzaamheden door verschillende personen bleek te leiden tot verschillen in houdingsbelasting. De observaties gaven ook inzicht in verschillen tussen werkzaamheden voor wat betreft de houdingsbelasting. Dit resulteerde in verschillen bij de toekenning van de belastingsgraad. De lage-rugbelasting tijdens verschillende werkmethoden bleek objectief gemeten te

kunnen worden met de EMG- en AMBER-methode. De meetmethoden zijn echter erg arbeidsintensief en vereisen veel kennis van degene die de metingen uitvoert.

Met de OWAS-methode kon alleen globale informatie verkregen worden over houdingsbelasting, terwijl met de EMG-methode zeer nauwkeurig de biomechanische belasting bepaald kon worden. Een groot voordeel van de EMG- en AMBER-methoden ten opzichte van de OWAS-methode was dat de data gecorrigeerd konden worden voor de snelheid van bewegen. De OWAS-methode gaat bij het bewegen uit van een aaneenschakeling van statische momenten. Zeer snelle veranderingen tijdens het bewegen worden dus niet meegenomen.

Voor toekomstige metingen gaat in principe de voorkeur uit naar de OWAS-methode in combinatie met een subjectieve inschatting van de zwaarte van het werk voor de rug door de persoon zelf. Uit de resultaten is gebleken dat de subjectieve inschatting van het werk redelijk overeenkomt met de gemeten belasting. Door een combinatie van de OWAS met subjectieve inschattingen kunnen in korte tijd zeer veel data verzameld worden. De OWAS-methode is echter niet geschikt als het gaat om dynamische belasting met heel veel houdingsveranderingen, omdat het dan moeilijk is de observaties betrouwbaar uit te voeren.

4.2 Vergelijking van subjectief ervaren rugbelasting en objectief gemeten rugbelasting

De rangorde van werkmethoden op basis van de subjectief ervaren belasting voor de rug komt redelijk goed overeen met de objectief gemeten rangorde. Het grootste verschil tussen subjectief en objectief komt naar voren bij het automatisch voeren. Het blijkt dat personen de lage-rugbelasting tijdens het uitvoeren van deze werkmethode onderschatten. Een verklaring hiervoor is dat bij deze werkmethode het lopen over een gang afgewisseld wordt met het overhalen van handles bij elke afdeling. Het lopen

neemt relatief veel tijd in beslag en het is waarschijnlijk dat bij de subjectieve inschatting alleen gedacht wordt aan het lopen over de gang. Het overhalen van de handles neemt weinig tijd in beslag, zodat personen dit aspect waarschijnlijk vergeten, maar het zorgt wel voor kortdurende pieken in de rugbelasting.

Uit de vergelijking van subjectieve inschattingen met objectieve metingen blijkt dat mensen de zwaarte voor de rug zelf redelijk goed kunnen inschatten. Om te bepalen of de subjectieve inschattingen als vervanging kunnen dienen voor de objectieve, arbeidsintensieve metingen, moeten gegevens van meer werkmethode en meer proefpersonen geanalyseerd worden.

4.3 Rugbelastende werkmethode

Het afleveren van biggen met behulp van een kar komt uit de verschillende metingen (subjectieve en objectieve) als het zwaarst voor de rug naar voren. Dit was te verwachten, omdat bij deze werkmethode biggen van 20 á 25 kg worden getild. Deze werkmethode wordt gevolgd door een aantal werkmethode die als ongeveer even zwaar voor de rug gekwalificeerd kunnen worden: het verplaatsen van te spenen biggen met behulp van een kar, het castreren van biggen waarbij de big tussen de benen wordt geklemd en het voeren uit een voerkar (in troggen of droogvoerbakken). De laatstgenoemde werkmethode komen ook uit de houdingsobservaties als zwaar voor de rug naar voren.

4.4 Vergelijking van gemeten lage-rugbelasting met normen

Het 'National Institute of Occupational Safety and Health' (1980) heeft normen ontwikkeld voor fysieke belasting. De maximale compressiekracht die op de wervels van werknemers mag ontstaan, is door het NIOSH-instituut gesteld op 6361 N. De compressiekracht is de verticale kracht op de wervels. Het gemiddeld moment dat ontstaat bij de werkmethode kan worden vergeleken met deze norm, door het moment om te rekenen naar compressiekracht. Het gemiddelde

moment dat bij de zwaarste werkmethode, namelijk het afleveren van biggen met een kar, ontstaat, is 243 Nm. Dit levert naar schatting een compressiekracht op van 4600 N. Het afleveren van biggen met een kar blijft onder de NIOSH-norm, zodat onherstelbare schade aan de rug onwaarschijnlijk is. Bij een andere relatief zware werkmethode, het voeren in troggen, ontstaat een gemiddeld moment van 217 Nm. Dit levert naar schatting een compressiekracht op van 4000 N. Ook het voeren met een voerkar in troggen blijft dus onder de NIOSH-norm.

Bij het bepalen van momenten is in het huidige onderzoek uitgegaan van gemiddelde momenten. Dit betekent dat er soms piekmomenten zullen voorkomen die (veel) hoger zijn dan het gemiddelde. Het is aanmerkelijk dat bij relatief zware werkmethode zoals het verplaatsen of afleveren van biggen met een kar piekcompressiekrachten ontstaan die boven de norm van 6361 N uitkomen. Dit betekent dat door pieken in compressiekracht toch schade aan de rug kan ontstaan.

4.5 Conclusies

- In de varkenshouderij komen werkhoudingen in een zodanige mate voor dat 'duidelijke overbelasting' ontstaat. Het gaat met name om het werken met naar voren gebogen hoofd en het staan op twee gebogen benen.
- Een naar voren gebogen houding van het hoofd komt langdurig voor tijdens het kunstmatig insemineren van zeugen (gedurende gemiddeld 72% van de tijd), castreren van biggen in de hand of tussen de benen geklemd (bij beide werkmethode gedurende gemiddeld 68% van de tijd), het verplaatsen van biggen met een kar (gedurende 70% van de tijd) en het schoonspuiten met een hogedrukspuit (gedurende 58% van de tijd).
- Het statisch staan op twee gebogen benen komt veelvuldig voor tijdens het castreren van biggen tussen de benen geklemd (gedurende 68% van de tijd) en tijdens het kunstmatig insemineren van zeugen (gedurende gemiddeld 57% van de tijd).

- Tijdens uitvoering van de werkmethoden voeren in droogvoerbakken, castreren met de biggen tussen de benen geklemd, kunstmatig insemineren, schoonspuiten met een hogedrukspuit en het verplaatsen van biggen met een kar wordt meer dan 50% van de tijd met een gebogen houding van de rug gewerkt. Bij elke genoemde werkmethode leidt de gebogen houding van de rug tot 'geringe overbelasting'.
- Verplaatsen of afleveren van biggen door ze te drijven is een minder zware werkmethode voor de rug dan het verplaatsen of afleveren van biggen met behulp van een biggenkar.
- Automatisch voeren is een minder zware werkmethode voor de rug dan het handmatig voeren vanuit een voerkar in troggen of droogvoerbakken.
- Castreren van biggen in de hand wordt als minder rugbelastend ervaren dan het castreren van biggen tussen de benen.
- De gemiddelde rugbelasting die ontstaat tijdens het afleveren van biggen met een kar en het voeren vanuit een voerkar in troggen is lager dan de toegestane norm, maar tijdens het werken volgens deze werkmethoden is het wel aannemelijk dat piekbelastingen ontstaan die de norm overschrijden. Hierdoor kan schade aan de lage rug ontstaan.
- De subjectieve inschatting van de zwaarte van werkmethoden voor de lage rug komt redelijk overeen met objectieve metingen van lage-rug belasting.
- Door de keuze van alternatieve werkmethoden is het mogelijk gebleken om een reductie in rugbelasting te realiseren, waardoor de kans op lage-rugklachten en daarmee de kans op verzuim en arbeidsongeschiktheid verkleind kan worden.

4.6 Aanbevelingen voor de praktijk

Uit de houdingsobservaties blijkt dat er in de varkenshouderij werkzaamheden worden uitgevoerd, waarbij ongunstige houdingen ingenomen worden. Bij een aantal werkzaamheden komt eenzelfde ongunstige houding veelvuldig voor, bijvoorbeeld tijdens het castreren van biggen waarbij de big tussen de benen wordt geklemd, en bij het kunst-

matig insemineren. De rug is bij deze werkzaamheden gebogen en soms gebogen en gedraaid. Door het langdurig innemen van een dergelijke houding is de kans op vermoeidheid of pijn onder in de rug groot. Het is van belang om ongunstige werkhoudingen te voorkomen. In plaats van het castreren van biggen tussen de benen kan bijvoorbeeld gekozen worden voor het castreren van biggen in de hand. De gebogen houding van de rug is hierbij niet noodzakelijk. Als het niet mogelijk is om bij het castreren van biggen van werkmethode te veranderen, is het verstandig om deze activiteit af te wisselen met andere werkzaamheden of om tussendoor rust te nemen. Bij het verplaatsen of afleveren van biggen met een kar en bij het voeren in droogvoerbakken of troggen is de intensiteit van de belasting van belang. De intensiteit van de belasting kan verminderd worden door gebruik te maken van alternatieve werkmethoden. Bij het verplaatsen of afleveren van biggen bleek het drijven een lichtere werkmethode voor de rug. Bij het voeren bleek het automatisch voeren voor een reductie van de rugbelasting te zorgen. Bij het drijven van biggen moeten vaak schotjes geplaatst worden. Het sjouwen met schotjes kan ook voor rugbelasting zorgen. Als er veel schotjes nodig zijn, bijvoorbeeld bij drijven over de gang, is het wellicht mogelijk om uitschuifbare schotjes aan de muur te bevestigen. Als het niet mogelijk is om een alternatieve werkmethode uit te voeren, is het verstandig om (andere) hulpmiddelen te gebruiken. Bij het verplaatsen van biggen is het tillen van biggen in de kar te voorkomen door het gebruik van een kar met een in hoogte verstelbare bodem. Biggen worden in de kar gedreven, verplaatst met de kar en uitgeladen op de gewenste plek en op de gewenste hoogte. Een dergelijke werkmethode is niet alleen van toepassing bij grondhokken, maar ook bij batterijen. Bij de keuze van een kar voor het verplaatsen van biggen of voor het voeren, is het van belang dat de wieltjes van de kar goed wendbaar zijn. Daarnaast is het belangrijk dat ze niet te stroef zijn, waardoor het duwen of trekken van de kar extra zwaar wordt.

LITERATUUR

- Arbeidsinspectie 1988. *Fysieke belasting. Uitgangspunten en richtlijnen voor vermindering van de mechanische belasting van het bewegingsapparaat in arbeidssituaties*. Directoraat Generaal van de Arbeid, Voorburg.
- Baten, C.T.M., J.Hamberg, P.H. Veltink, H.J. Hermens. 1995. *SAIBLE - a system for ambulatory low back load estimation sensitive to unknown time-varying external loads*. Proc. 2nd PREMUS Conf., Montreal.
- Baten, C.T.M., P. Oosterhoff, I.Kingma, P.H. Veltink, H.J. Hermens. 1996. *Inertial sensing in ambulatory back load estimation*. Proc. IEEE/EMBS Conf. on Biomedical engineering, Amsterdam.
- Borg, G.A.V. 1982. *Psychophysical bases of perceived exertion*. Medicine and Science in Sports and Exercise (14) no. 5, p. 377-381.
- Dieën, J.H. van, S. Jansen en F. Housheer. 1995. *Rugbelasting bij geknield en zittend werken op grondniveau*. Tijdschrift voor Ergonomie (20) no. 4, p. 2-7.
- Föllings, G.P.M., G.A. Daane, I.J. Kant en J.A. Landeweerd 1995. *De fysieke werkbelasting van ambulanceverpleegkundigen*. Tijdschrift voor Ergonomie (20) no. 4, p. 8-14.
- Hartman, E., H.H.E. Oude Vrielink en P.F.M.M. Roelofs 1999. *Arbeidsbelasting, fysieke klachten en ziekteverzuim bij varkenshouders*. Praktijkonderzoek Varkenshouderij, Rosmalen. Proefverslag PI .217.
- Hildebrandt, V.H. 1988. *Preventie beroepsgebonden rugproblematiek; perspectieven voor epidemiologisch onderzoek*. Directoraat Generaal van de Arbeid, Voorburg. Studiereeks S35-2.
- Holshuijsen, J., F. Wichers en J. Harlaar 1997. *Moppen versus vlakmoppen: een studie naar het effect van aanpassingen aan de (vlak)mop op de spierbelasting gemeten door middel van elektromyografie*. Tijdschrift voor Ergonomie (22) no. 4, p. 109-114.
- Kan, N., W.Habraken en J. Aarts 1994. *Arbozorg in de intensieve veehouderij*. Stigas, Eindhoven.
- Karhu, O., P.Kansi and I. Kuorinka. 1977. *Correcting working postures in industry: A practical method for analysis*. Applied Ergonomics (8) no. 4, p.199-201.
- Khalil, T.M., M.L. Goldberg, S.S. Asfour, E.A. Moty, R.S. Rosomoff and H.L. Rosomoff 1987. *Acceptable Maximum Effort (AME). A psychophysical measure of strength in back pain patients*. Spine (12), no. 4, p. 372-376.
- Ministerie van Sociale Zaken 1997. *Kerncijfers maatschappelijke kosten van arbeidsomstandigheden*.
- National Institute of Occupational Safety and Health 1980. *A work practices guide for manual lifting*. US Dept of HEW, NIOSH, Cincinnati.
- Potvin, J.R., R.W. Norman and S.M. McGill 1996. *Mechanically corrected EMG for the continuous estimation of erector spinae muscle loading during repetitive lifting*. European Journal of Applied Physiology (74), p.119-132.
- Schuijt, B.A., A. Burdorf en J. Derksen 1997. *Fysieke belasting bij de Civiele Dienst van een verpleeghuis*. Tijdschrift voor Ergonomie (22) no. 2, p. 46-49.
- Stoffert, G. von 1985. *Analyse und Einstufung von Körperhaltungen bei der Arbeit nach der OWAS-Methode*. Zeitschrift für Arbeitswissenschaft (39) p. 31-39.

BIJLAGEN

Bijlage 1: De Borgschaal

Een voorbeeld:

Hoeveel uur per week besteedt u zelf aangezondheidszorg van varkens op het bedrijf?

Score rugbelas ing:

☐ 0 n.v.t.
☐ 1 uur per week

Als u 5 uur per week besteedt aan gezondheidszorg, kruist u het vakje bij 1 aan en vult u een 5 in bij het aantal uur per week. Vervolgens vult u in hoe rugbelastend u het uitvoeren van gezondheidszorg vindt m.b.v. de rugbelastingsschaal. Als u de gezondheidszorg meer dan veel rugbelastend vindt, vult u de score 6 in in het daarvoor bestemde vakje.

Mogelijke scores:

- 1 zeer weinig
- 2 enig
- 3 nogal
- 4 tamelijk veel
- 5 veel
- 6 meer dan veel
- 7 zeer veel
- 8 heel erg veel
- 9 uitermate veel
- 10 extreem veel

Bijlage 2a: Percentage van de bedrijven waarop werkmethoden uitgevoerd worden die op alle bedrijfstypen voorkomen en gemiddelde Borgscore per werkmethode

Algemene werkzaamheden en werkmethoden	Percentage van alle bedrijven	Borgscore (gem.)
<i>Voeren van krachtvoer</i>		
met voerkar in troggen	43,1	3,7
met voerkar in droogvoerbakken	55,2	3,9
met voerdoseerwagen	20,0	2,6
krachtvoerstation	1,2	2,8
automatisch voeren	54,3	1,1
uit zakgoed	18,2	4,3
<i>Voeren van ruwvoer</i>		
voeren van ruwvoer met een kruiwagen	10,9	3,8
voeren van ruwvoer met een voerdoseerwagen	1,7	4,1
<i>Gezondheidszorg varkens</i>		
gezondheidszorg	88,8	2,8
<i>Afvoer dode dieren</i>		
in een emmer	61,3	2,2
met kar	11,9	4,3
met kruiwagen	13,1	4,6
met trekker	10,7	3,1
met kar voorzien van takel	21,9	4,0
met de hand slepen	16,3	6,1
<i>Uitmesten</i>		
mest verwijderen (halfroostervloer)	62,0	2,9
uitmesten en stro verversen	16,5	3,5
schoonhouden van de uitloop zonder instrooien	11,2	3,0
schoonhouden van de uitloop met instrooien	3,9	3,7
mest onder zeugen schuiven	3,6	3,6
<i>Hygiëne: inweken en schoonspuiten</i>		
met hogedrukspuit	90,3	3,7
met inweekinstallatie	8,0	1,5
met brandslang	2,2	2,2
<i>Onderhoudswerkzaamheden</i>	87,1	2,8
<i>Administratie en management</i>		
in de stal met kalender/notitieblok	59,9	1,1
computerwerk (management- en/ of voersysteem)	62,5	1,2
boekhouding m.b.t. de varkenshouderij	57,4	1,2
lezen van vakliteratuur	78,8	1,1

Bijlage 2b: Percentage van de bedrijven waarop werkmethoden uitgevoerd worden die specifiek zijn voor bedrijven met vleesvarkens en gemiddelde Borgscore per werkmethode

Werkzaamheden en werkmethoden	Percentage van alle bedrijven	Percentage (van bedrijven met vleesvarkens)	Borgscore (gem.)
<i>Ontvangen van biggen op het vleesvarkensbedrijf</i>			
drijven	49,9	73,2	2,7
tillen in combinatie met een kruiwagen	2,7	3,9	3,1
tillen in combinatie met een biggenkar	7,5	11,1	5,5
dragen van biggen	3,4	5,0	5,7
<i>Gewichtsbepaling van vleesvarkens</i>			
observatie	46,2	67,9	1,4
met een meetband	7,3	10,7	2,7
met een vaste weegschaal	7,0	10,4	2,8
<i>Tussen tijds verplaatsen van vleesvarkens</i>			
drijven	22,4	32,9	3,2
<i>Afleveren van vleesvarkens</i>			
drijven	54,3	79,6	3,9

Bijlage 2c: Percentage van de bedrijven waarop werkmethoden uitgevoerd worden die specifiek zijn voor bedrijven met zeugen en gemiddelde Borgscore per werkmethode

Werkzaamheden en werkmethoden	Percentage van alle bedrijven	Percentage (van bedrijven met zeugen)	Borgscore (gem.)
<i>Verplaatsen van zeugen</i> drijven	77,9	100	2,8
<i>Berigheidscon trole</i> berigheidscontrole	75,7	98,1	2,1
<i>Kunstmatic insemineren en na tuurlijk dekken</i> kunstmatic insemineren	59,1	76,7	2,5
natuurlijk dekken	46,7	60,6	2,6
<i>Wassen van zeugen</i> met een douche	13,2	17,4	1,5
met een hogedrukspuit	37,2	48,9	2,5
met een borstel	5,8	7,6	4,0
<i>Drachtigheidstest</i> drachtigheidstest m.b.v. scanner	18,0	23,3	2,3
drachtigheidstest m.b.v. drachtigheidstester	30,9	40,1	2,9
<i>Geboorteverzorging</i> geboorteverzorging	74,3	97,8	2,6
<i>Verzorging van biggen: castreren</i> castreren m.b.v. een caastreerbak	3,9	5,0	4,2
castreren m.b.v. een caastreerbeugel	9,0	11,7	4,2
castreren m.b.v. een biggenkistje	5,8	7,6	4,2
castreren m.b.v. een kar op stahoogte	8,5	11,0	3,6
castreren in de hand of tussen benen	8,9	50,5	
castreren in de hand			1,4
castreren tussen de benen			4,5
<i>Verzorging van biggen: couperen van staartjes</i> couperen met een coupeertang	10,2	13,2	2,8
couperen met een coupeerapparaat	54,0	70,0	3,1
<i>Verzorging van biggen: tandjes knippen</i> tandjes knippen	31,6	41 ,0	2,7
<i>Verplaatsen van biggen naar de opfokafdeling</i> drijven	38,0	49,2	2,7
drijven in combinatie met tillen uit het hok	10,0	12,9	4,5
tillen uit het hok in combinatie met een kruiwagen	3,9	5,0	5,1
tillen uit het hok in combinatie met een biggenkar	22,6	29,3	4,5
dragen	0,7	0,9	6,3
<i>Afleveren van biggen of verplaatsen naar de meststal</i> drijven	43,3	56,2	3,0
drijven in combinatie met tillen uit het hok	28,2	36,6	5,6
tillen uit het hok in combinatie met een kruiwagen	0,5	0,6	7,0
tillen uit het hok in combinatie met een biggenkar	8,8	11,4	6,1

Bijlage 3: Beschrijving van de geselecteerde werkmethoden

- vd Voeren met een voerkar in droogvoerbakken.
Voer wordt met behulp van een emmer uit een voerkar geschept en in de droogvoerbakken (op een hoogte van circa 1,5 meter) gebracht.
- vt Voeren met een voerkar in troggen.
Voer wordt met behulp van een emmer uit een voerkar geschept en in troggen (laag bij de grond) gebracht.
- va Automatisch voeren.
Handles op de gang of bij de voerbakken worden overgehaald.
- ch Castreren van biggen in de hand.
Biggen worden één voor één uit het hok getild, gecastreerd in de hand en teruggezet in het hok.
- cb Castreren van biggen tussen de benen.
Biggen worden één voor één uit het hok getild, gecastreerd tussen de benen en teruggezet in het hok.
- vk Verplaatsen van biggen op speenleeftijd met behulp van een biggenkar.
Biggen (van 8 - 10 kg) worden één voor één vanuit het grondhok in een biggenkar getild.
- ak Verplaatsen van biggen op afleverleeftijd met behulp van een biggenkar.
Biggen (van 20 - 25 kg) worden één voor één vanuit het grondhok in een biggenkar getild.
- vd Verplaatsen van biggen op speenleeftijd door middel van drijven.
Biggen worden over de gang gedreven met behulp van een schotje.
- ad Verplaatsen van biggen op afleverleeftijd door middel van drijven.
Biggen worden over de gang gedreven met behulp van een schotje.

Bijlage 4: Meetmethoden ter bepaling van de belasting op de lage rug

Er zijn drie meetmethoden toegepast, namelijk de OWAS-methode ter bepaling van de werkhouding (4.1) EMG-metingen ter bepaling van de spieractiviteit (4.2) en AMBER-metingen ter bepaling van houdingsveranderingen (4.3). Tenslotte zijn de praktijkmetingen beschreven (4.4).

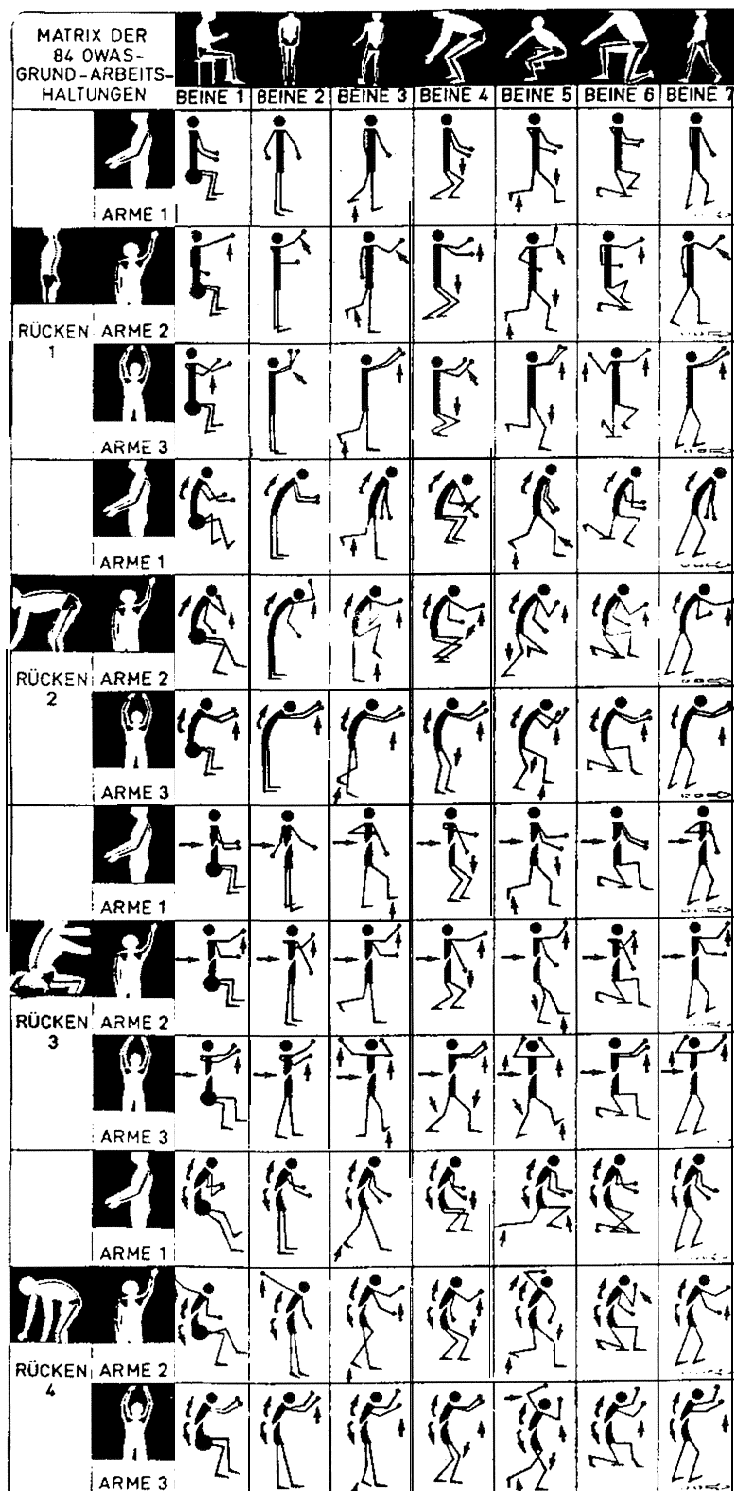
4.1 Houdingsobservaties met de OWAS-methode

Een overzicht van onderscheiden houdingen van lichaamsdelen en te dragen lasten is weergegeven in figuur 10.

Rug	1 2 3 4	Recht Gebogen Gedraaid Gebogen en gedraaid
Armen	1 2 3	Beiden onder schouder niveau 1 arm boven schouder niveau 2 armen boven schouder niveau
Benen	1 2 3 4 5 6 7	Zitten Staan op beide benen, recht Staan op 1 been, recht Staan op beide benen, gebogen Staan op 1 been, gebogen Knielen Gaan
Hoofd	1 2 3 4 5	Vrij Naar voren Naar opzij Naar achteren Gedraaid
Gewicht	1 2 3	< 10 kg 10 - 20 kg > 20 kg

Figuur 10: Overzicht van onderscheiden houdingen van lichaamsdelen en te dragen lasten bij de OWAS-methode

Door combinaties van houdingen van de rug, de armen en de benen ontstaan in totaal 84 zogenaamde lichaamshoudingen (Von Stoffert, 1985). Een overzicht van deze houdingen is weergegeven in figuur 11.



Figuur 11: Overzicht van de lichaamshoudingen bij de OWAS-methode

Door toevoeging van te dragen lasten ontstaan 252 lichaamshoudingen. Elke lichaamshouding heeft een unieke code die tot stand komt door het toekennen van positienummers aan de stand van de lichaamsdelen en het gebruik van lasten.

Bij de OWAS-methode worden werkzaamheden op basis van de relatieve frequentie van de houding van lichaamsdelen en op basis van lichaamshoudingen ingedeeld in vier 'actiecategorieën', waaraan een bepaalde belastingsgraad is toegekend (Von Stoffert, 1985).

De volgende actiecategorieën worden onderscheiden:

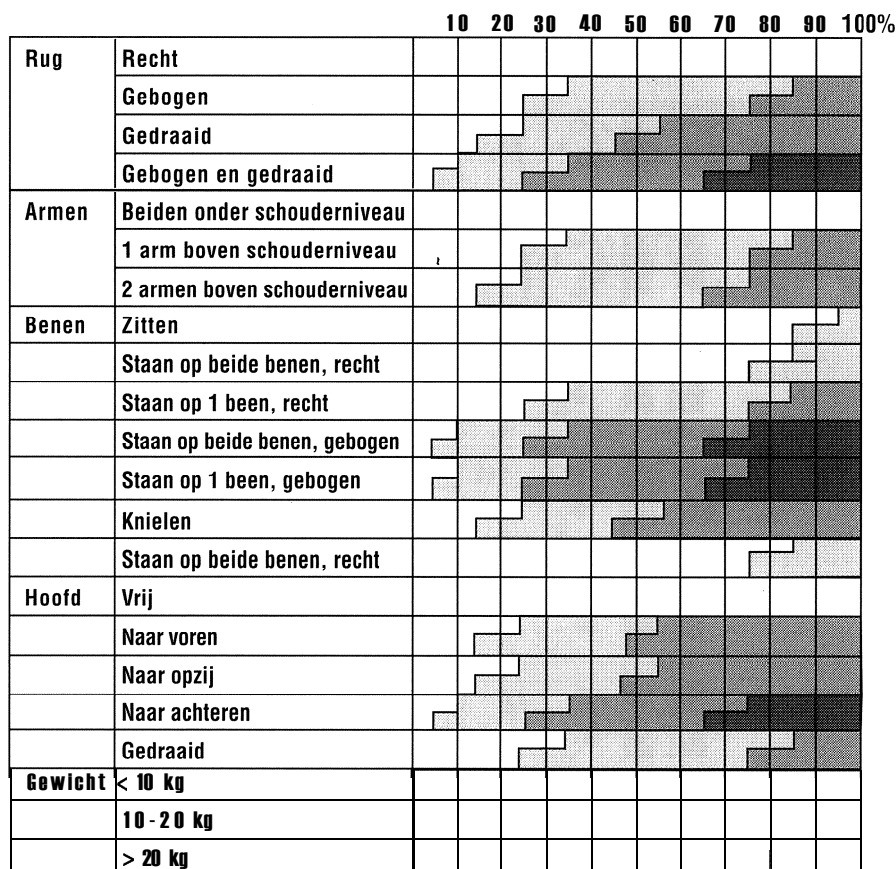
1 geen overbelasting, er hoeven geen maatregelen getroffen te worden

2 geringe overbelasting, er is actie nodig in de nabije toekomst

3 duidelijke overbelasting, zo snel mogelijk actie ondernemen

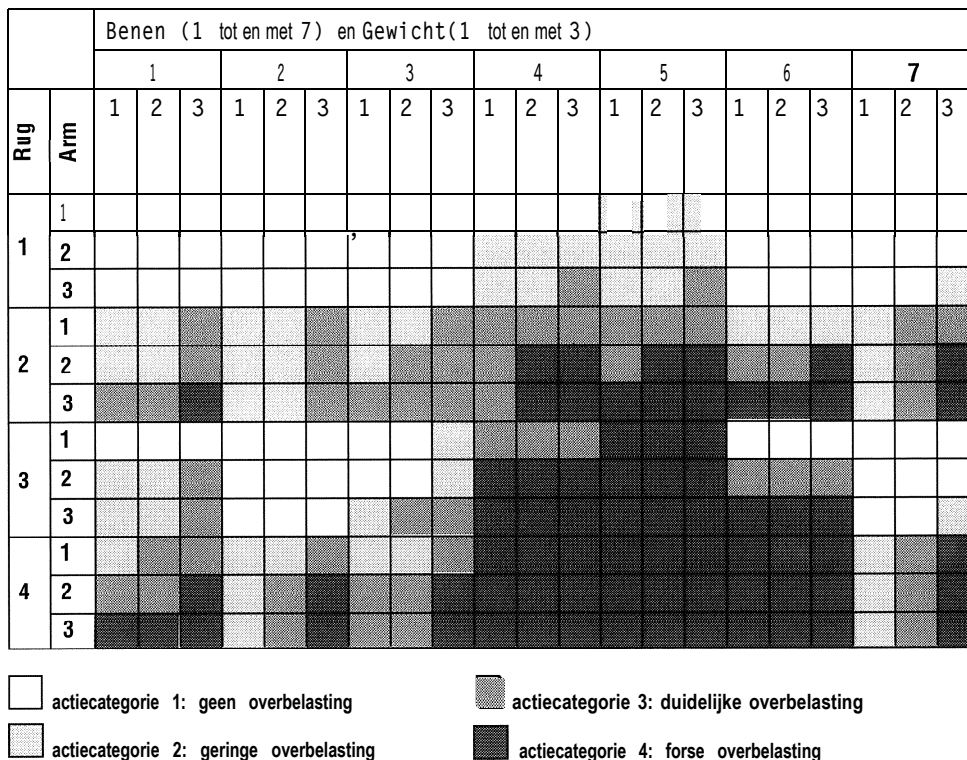
4 forse overbelasting, onmiddellijke actie is noodzakelijk

De indeling van houdingen van lichaamsdelen in actiecategorieën is weergegeven in figuur 12. Aan de hand van deze bijlage kan per houding bepaald worden in welke actiecategorie de gemeten score resulteert.



Figuur 12: De procentuele indeling van houdingen van lichaamsdelen in actiecategorieën

In figuur 13 is de indeling van de lichaamshoudingen inclusief het hanteren van lasten in actiecategorieën weergegeven (Von Stoffert, 1985). Aan de hand van deze bijlage kan bepaald worden hoe de verdeling is van actiecategorieën tijdens het uitvoeren van een werkzaamheid.



Figuur 13: Indeling van lichaamshoudingen in actiecategorieën

Gegevensverwerking van de houdingsobservaties

Op basis van de OWAS-gegevens zijn frequentieverdelingen gemaakt van houdingen van lichaamsdelen en van lichaamshoudingen. Deze houdingen zijn aan de hand van de frequentieverdelingen ingedeeld in actiecategorieën. Dit is gedaan met een verwerkingsprogramma in Acces dat ontwikkeld is door het Praktijkonderzoek Varkenshouderij.

4.2 Bepaling van de spieractiviteit

Elektrodenposities

De rugspieren waarvan de spieractiviteit gemeten is, zijn twee spieren van de erector spinae, te weten de longissimus thoracis (links en rechts) en de iliocostalis lumborum (links en rechts). De erector spinae is een spiergroep die bestaat uit lange rugspieren. Bij de longissimus thoracis zijn de elektroden geplakt op vier cm lateraal van de processus spinosus van de wervel T9 (zie figuur 14). Bij de iliocostalis lumborum zijn de elektroden geplakt op drie centimeter lateraal van de processus spinosus van de wervel L3 (zie figuur 14). Verder is een schuine buikspier gemeten, te weten de obliquus externus abdominis (links en rechts). Elektrodeposities bevonden zich midden tussen spina iliaca anterior superior en de caudale begrenzing van de ribbenkast. Een aardelektrode is tenslotte geplakt op de knieschijf.

De huid waar de elektrodes geplakt moesten worden, is eerst geschoren met een scheermesje en vervolgens geschuurd met een gaasje met alcohol. Dit is gedaan om haartjes en de dode huidlaag te verwijderen. Op de elektrodes is elektrodegel aangebracht om de huidweerstand zo laag mogelijk te houden. EMG-signalen van de genoemde spieren werden tijdens de praktijkmetingen via zenders en ontvangers overgezonden naar een pc.

Testmetingen

Testmetingen zijn uitgevoerd voorafgaand aan de praktijkmetingen. EMG-gegevens van de praktijkmetingen konden achteraf geanalyseerd worden aan de hand van de EMG-gegevens die verzameld waren tijdens de testmetingen. De testmetingen bestonden uit twee soorten metingen: zogenaamde MVC-tests en Ramp-tests.

Het doel van MVC-tests (Maximum Voluntary Contraction) was het onderzoeken van de relatie tussen maximale EMG-waarden (amplitudes) en de houding van de romp. Maximale EMG-waarden zijn namelijk afhankelijk van de houding die wordt ingenomen. De MVC is het hoogste niveau van vrijwillige inspanning dat een persoon kan bereiken zonder dat onacceptabele pijn ontstaat (Khalil et al., 1987). De meting resulteert in een maximale EMG-waarde, waaraan de praktijkmetingen worden gerelateerd. Het doel van Ramp-tests was het onderzoeken in hoeverre de relatie tussen EMG-signalen en het geleverde externe moment lineair was. De Ramp-tests leverden informatie op over de toename van de EMG-amplitude met de

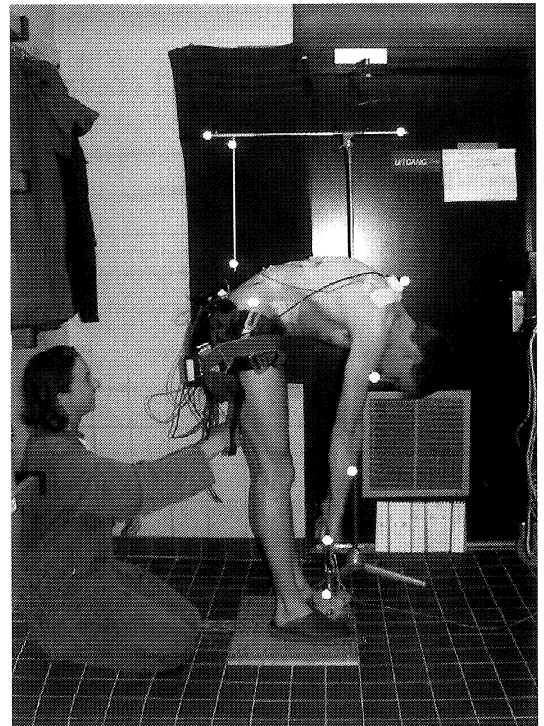
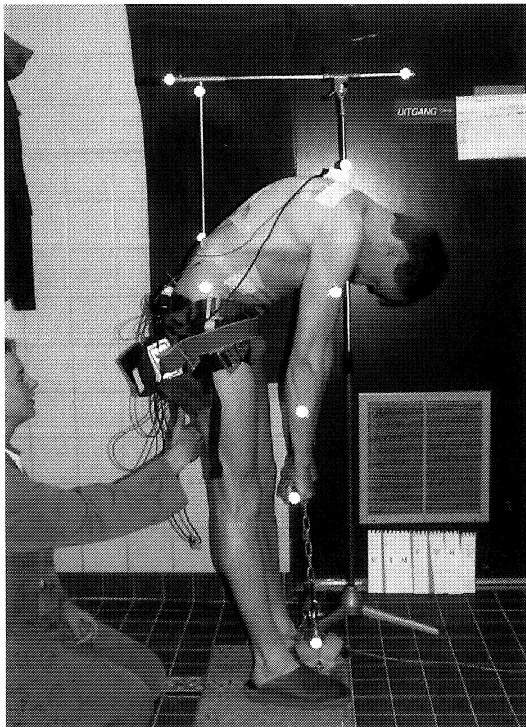


Figuur 14: Een proefpersoon met de op het lichaam aangebrachte elektrodes en meetapparatuur



toename van de kracht (het moment). De proefpersoon nam bij de testmetingen plaats op een metalen plaat waaraan een krachtopnemer bevestigd was (zie figuur 15). Aan de krachtopnemer was een staalkabel met een handvat bevestigd. De staalkabel kon in lengte versteld worden om de kabel aan te passen aan de lengte van de proefpersoon en aan de gewenste houding van de rug.

De MVC-test is in drie romphoudingen (licht voorovergebogen, half voorovergebogen en ver voorovergebogen) uitgevoerd (zie figuur 15). Bij de MVC-tests is aan de proefpersoon gevraagd om met gestrekte knieën gedurende drie seconden zo hard mogelijk aan het handvat te trekken, zonder een harde ruk te geven. Hierbij werden de spieren van de rug maximaal aangespannen. In elke houding werden drie pogingen ondernomen. Tijdens de uitvoering kreeg de proefpersoon via een oscilloscoop feedback



Figuur 15: Proefpersoon staande op de metalen plaat met de krachtopnemer in licht voorovergebogen houding, half voorovergebogen houding en ver voorovergebogen houding

over de geleverde kracht. De krachtmaat bij de testmetingen was het moment rond het L5-S1-gewricht. Dat is het gewricht tussen de vijfde lumbale wervel en de eerste sacrale wervel. Om dit moment te kunnen berekenen werden reflecterende markers op de proefpersoon geplakt. De markers bevonden zich op zwaartepunten van de rechterbovenarm, de rechteronderarm en de romp. Achter de proefpersoon bevond zich een ijkframe. Tijdens het uitvoeren van de testmetingen werden foto's gemaakt van de rechterzijde van de proefpersoon. Achteraf konden aan de hand van de foto's de momentsarm en de hoek vanuit het aangrijpingspunt berekend worden.

De Ramp-tests zijn uitgevoerd in dezelfde romphoudingen als de MVC-tests. Bij de Ramp-tests is aan de proefpersoon gevraagd om in tien seconden geleidelijk kracht op te bouwen van nul tot maximaal. In elke houding is dit eenmaal gedaan, maar mislukte pogingen werden overnieuw gedaan. Tijdens de uitvoering kreeg de proefpersoon via de oscilloscoop feedback over de geleverde kracht.

4.3 Meting van houding(sverandering)

Het doel van de meting van houding(sverandering) was het verzamelen van aanvullende informatie over houdingen en houdingsveranderingen tijdens de EMG-metingen. Aan de hand van informatie over houdingen kon achteraf voor elke houding die tijdens de praktijkmetingen werd ingenomen, de momentane MVC berekend worden. De MVC is namelijk afhankelijk van de houding die ingenomen wordt. De informatie over houdingsveranderingen was nodig om achteraf een correctie voor de bewegingssnelheid uit te kunnen voeren op de data van de praktijkmetingen.

De meting van houding(sverandering) is gedaan met het zogenaamde AMBER-systeem (Baten et al., 1995). Het AMBER-systeem (figuur 14) bestaat uit een draagbare datarecorder en sensoren voor het meten van houding en beweging van de romp. De sensoren in de vorm van blokjes meten inclinatie, hoeksnelheid en verticale versnelling van het rugsegment (Baten et al., 1996).

De sensoren zijn aangebracht op de rug. De ene sensor is ter hoogte van de wervel T4 en de andere ter hoogte van de wervel S1 op de wervelkolom bevestigd (zie figuur 14). Om verschuiving of rotatie van de sensoren te voorkomen, zijn de sensoren vastgeplakt met tape. De kabels zijn via een lus op de rug bevestigd, zodat ze bij een trekkracht niet losgetrokken konden worden.

Calibra ties

De twee AMBER-sensoren zijn gecalibreerd voor de testmetingen. Het doel hiervan was het vastleggen van een driedimensionaal assenstelsel in de vorm van een x-as, y-as en z-as. Metingen tijdens het uitvoeren van werkmethode konden achteraf gerelateerd worden aan het vastgelegde assenstelsel. De twee sensoren werden voor de calibratie in een houten kubus bevestigd, zodanig dat ze niet konden verschuiven. De calibratie bestond uit drie kantelingen van de kubus over verschillende assen, waarbij elke meting twee keer herhaald werd. De kantelingen werden uitgevoerd op een vlakke ondergrond. Elke kanteling is geregistreerd met behulp van de datarecorder. Een meting bestond uit vijf seconden in stand a, een zuivere rotatie om de as en daarna vijf seconden in stand b.

Na de calibratie zijn de sensoren op de rug van de proefpersoon bevestigd en is een zogenaamde plaatsingscalibratie uitgevoerd. Aan de proefpersoon is gevraagd om tien seconden in een rechtopstaande houding te blijven staan, vervolgens tien keer te bukken en tenslotte weer tien seconden in de rechtopstaande houding te blijven staan. De plaatsingscalibratie is drie keer uitgevoerd en de metingen zijn geregistreerd met behulp van de datarecorder.

4.4 Praktijkmetingen

Bij de praktijkmetingen dienden proefpersonen elke geselecteerde werkmethode gedurende één tot twee minuten uit te voeren. Tijdens de metingen zijn continu EMG-signalen van de rug- en buikspieren geregistreerd. Ook zijn met het AMBER-systeem continu houdings- en bewe-

gingsgegevens verzameld. De uitvoering van de werkzaamheden is opgenomen op video. Voor elke meting werd de datarecorder met een kabeltje verbonden aan een synchronisator. De synchronisator had, net als de zes bemonsterde spieren, een eigen kanaal op de pc. Tijdens de meting werd eerst de videocamera gestart en daarna de EMG-meting (door middel van een druk op het toetsenbord van de pc) en de houdingsregistratie (via de datarecorder). Signalen van de EMG-meting en de houdingsregistratie werden gesynchroniseerd met behulp van de synchronisator. De verbinding tussen de datarecorder en de synchronisator werd daarna verbroken, zodat de proefpersoon weer volledig ambulant was. Daarna nam de proefpersoon gedurende tien seconden een rechtopstaande houding aan en begon vervolgens met het uitvoeren van het werk. Na één á twee minuten werd door de test-leider aangegeven dat de proefpersoon kon stoppen met het werk. De proefpersoon nam vervolgens opnieuw gedurende tien seconden een rechtopstaande houding aan, waarna de meting werd stopgezet.

Gegevensverwerking van de spieractiviteitsmetingen

Allereerst zijn gegevens van de testmetingen van elke proefpersoon afzonderlijk verwerkt. Dit is gedaan met behulp van MATLAB. Aan de hand van de bij de MVC-tests gemaakte foto's is voor elke houding de krachthoek en de krachttarm bepaald. Verder is met de krachtopnemer de kracht geregistreerd. Het geleverde maximale moment door de rugspieren kon op basis van deze gegevens berekend worden in elke houding. Daarnaast is per houding de maximale EMG-waarde geregistreerd. De maximale EMG-waarde is in een grafiek uitgezet tegen de buigingshoek van de romp (de houding). Tijdens de praktijkmetingen konden gemeten EMG-signalen voor elke houding gerelateerd worden aan de MVC van die houding.

Houdingsinformatie van de praktijkmetingen was verkregen met behulp van het AMBER-systeem. Uit de foto's die gemaakt waren tijdens de Ramp-tests is de krachthoek en de krachttarm berekend bij de ingenomen houdingen. Het gemiddelde moment van de rugspieren kon per houding berekend worden aan de hand van de krachthoek, de krachttarm en de gemeten kracht door de krachtopnemer. Het gemiddelde moment van de rugspieren als percentage van de MVC (die was berekend met de MVC-tests) is tenslotte in een grafiek uitgezet tegen het gemiddelde EMG-signaal dat ook weergegeven was als percentage van de maximale EMG. Uit de grafiek bleek in hoeverre deze relatie lineair was.

De gegevens van de praktijkmetingen zijn achteraf gecorrigeerd voor drie aspecten: de houding die op elk moment werd ingenomen de bewegingssnelheid en de lineariteit.

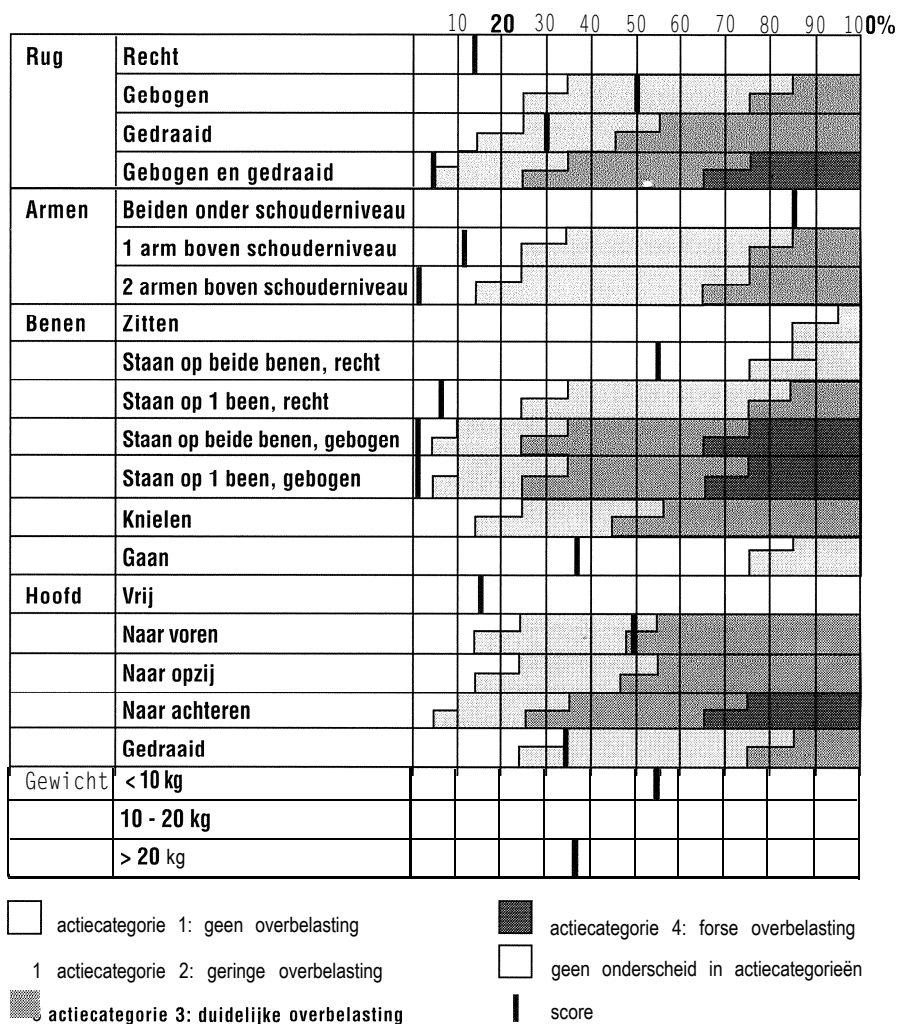
Door de testmetingen was het mogelijk achteraf correcties uit te voeren. Aan de hand van de MVC-tests kon voor elke houding die tijdens de praktijkmetingen werd ingenomen de momentane MVC berekend worden. Verzamelde EMG-gegevens konden vervolgens uitgedrukt worden als percentage van de MVC, waarbij gecorrigeerd werd voor de houding. Tijdens praktijkmetingen is met behulp van het AMBER-systeem niet alleen informatie over de houdingen verkregen, maar ook over de snelheid van bewegen. De informatie van de bewegingssnelheid was nodig om een tweede correctie uit te kunnen voeren. Potvin et al. (1996) hebben een relatie beschreven tussen de snelheid waarmee spieren samentrekken bij het maken van een beweging en de maximale kracht die ontwikkeld kan worden. In het algemeen geldt dat bij een toename van de bewegingssnelheid de te ontwikkelen maximale kracht afneemt. Met behulp van de relatie die Potvin et al. (1996) beschreven hebben, kon de correctie voor de bewegingssnelheid uitgevoerd worden.

Aan de hand van de Ramp-tests kon tenslotte de correctie voor non-lineariteit uitgevoerd worden.

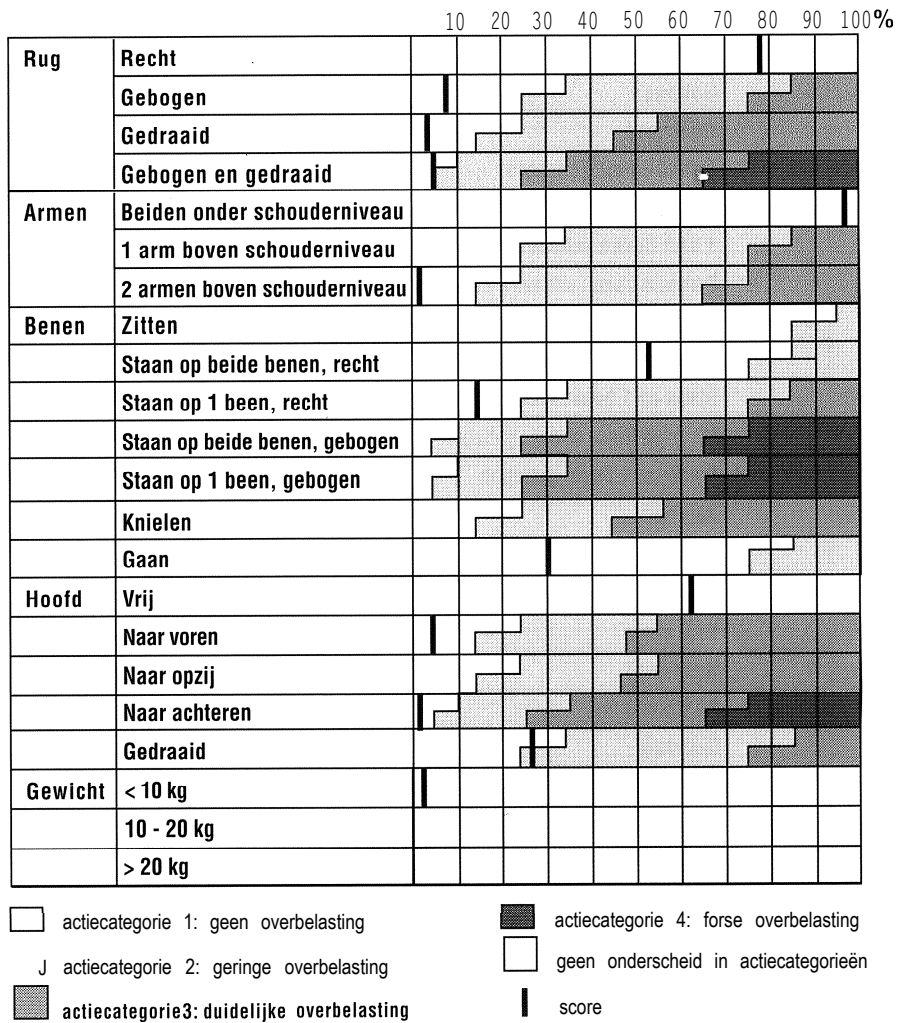
Na de correcties was het mogelijk om met het gemeten EMG (als percentage van de MVC) een schatting te maken van het geleverde externe moment, waarbij gecorrigeerd was voor houding, non-lineariteit en bewegingssnelheid.

In de vervolganalyse zijn de gegevens die zijn verzameld tijdens de praktijkmetingen verder verwerkt. Bij elke werkmethode is per persoon één werkcyclus als uitgangspunt genomen. Binnen de cyclus is het gemiddelde moment berekend van alle rugspieren samen en dit is uitgedrukt als percentage van de gecorrigeerde MVC.

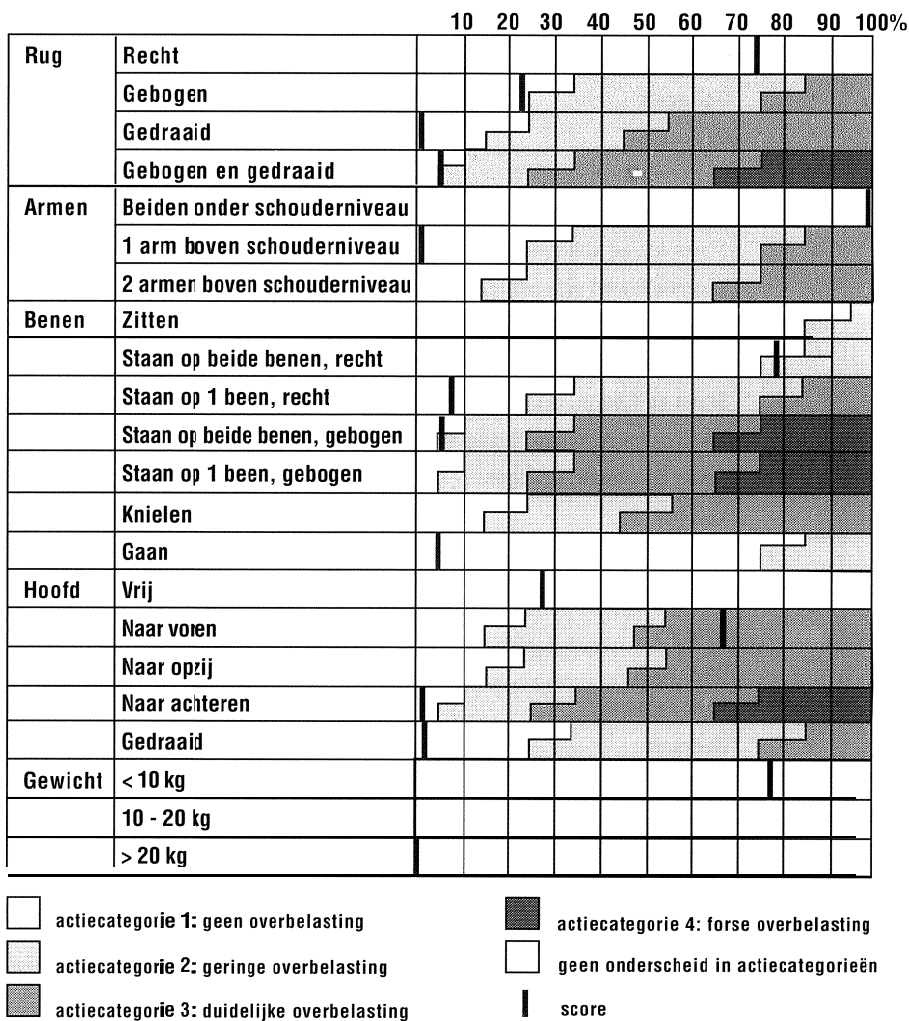
Bijlage 5a: Gemeten houdingen van armen, benen en hoofd tijdens het voeren in droogvoerbakken



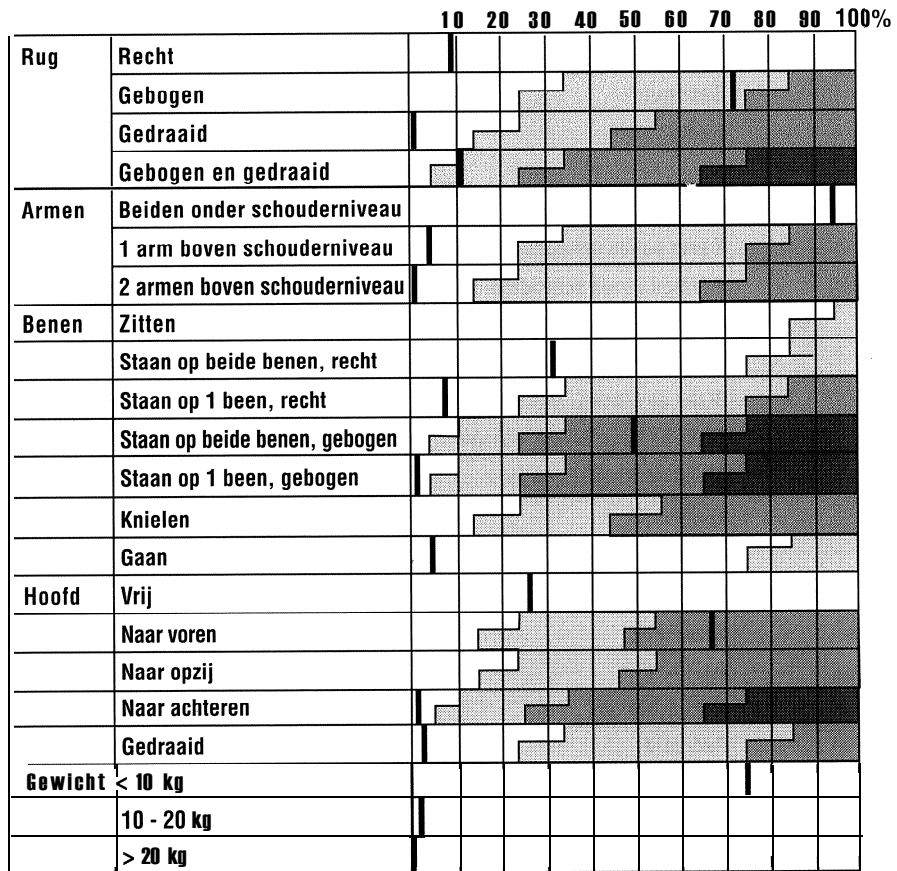
Bijlage 5b: Verdeling van houdingen van armen, benen en hoofd over actiecategorieën tijdens de gezondheidscontrole



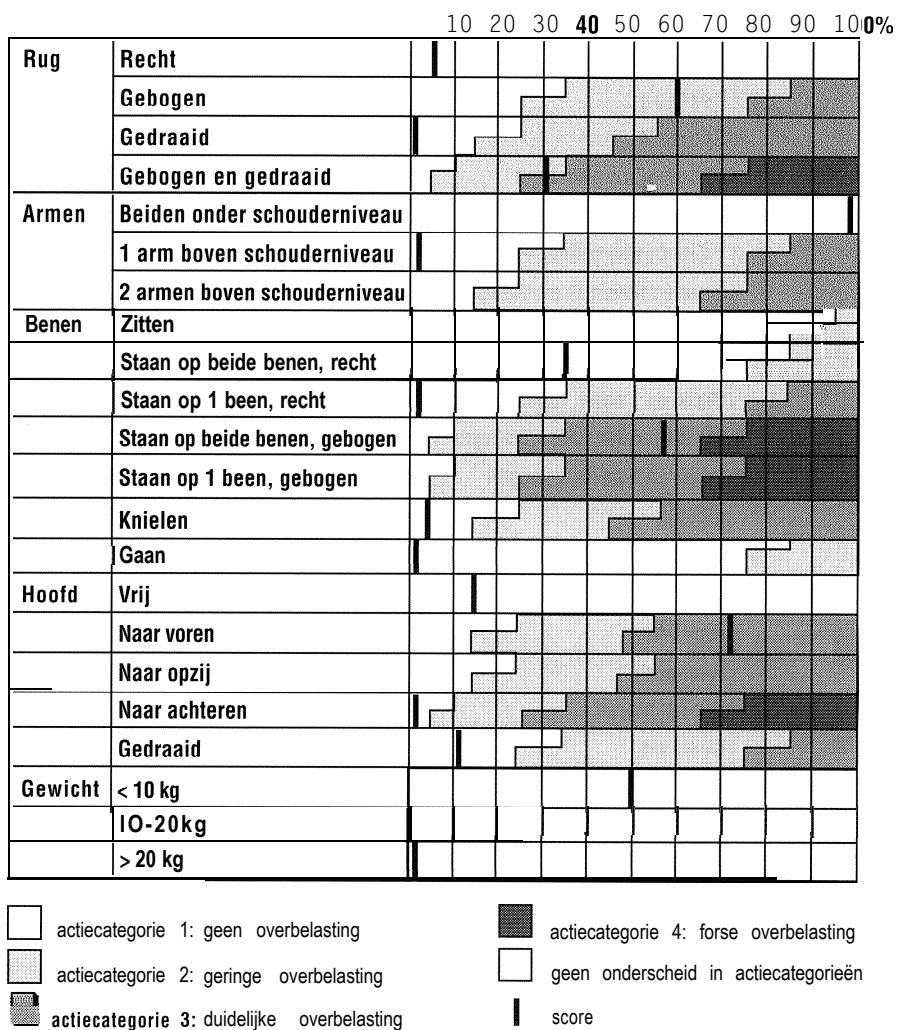
Bijlage 5c: Verdeling van houdingen van armen, benen en hoofd over actiecategorieën tijdens het castreren van biggen in de hand



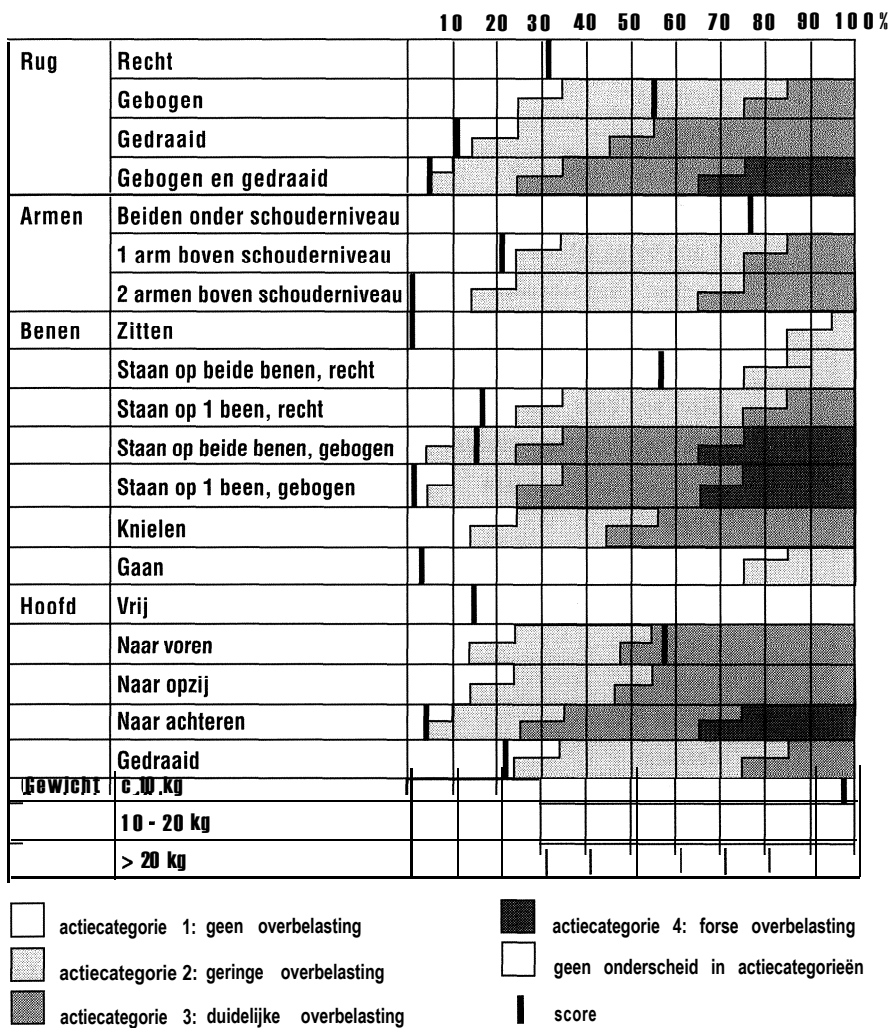
Bijlage 5d: Verdeling van houdingen van armen, benen en hoofd over actiecategorieën tijdens het castreren van biggen tussen de benen



Bijlage 5e: Verdeling van houdingen van armen, benen en hoofd over actiecategorieën tijdens het kunstmatig insemineren



Bijlage 5f: Verdeling van houdingen van armen, benen en hoofd over actiecategorieën tijdens het schoonspuiten



Bijlage 5g: Verdeling van houdingen van armen, benen en hoofd over actiecategorieën tijdens het verplaatsen van biggen met behulp van een biggenkar

